

**Zur Genetik der Seitendifferenzen
im Hautleistensystem der Fingerbeeren
Untersuchung an 66
gleichgeschlechtlichen Zwillingspaaren**

Vorgelegt

von

Angela von Arnim

aus

Bennigsen

*Diss. Erlangen
1904*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Humangenetik und Anthropologie
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. R.A. Pfeiffer

ZUR GENETIK DER SEITENDIFFERENZEN
IM HAUTLEISTENSYSTEM DER FINGERBEEREN

UNTERSUCHUNG
AN 66 GLEICHGESCHLECHTLICHEN ZWILLINGSPAAREN

Inaugural Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Angela von Arnim
aus Bennigsen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. F. Wolf
Referent: Prof. Dr. H. - D. Rott
Korreferent: Prof. Dr. R. A. Pfeiffer

Tag der mündlichen Prüfung: 14.05.1984

1.	EINLEITUNG	1
2.	BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN	3
3.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	11
3.1.	KOLLEKTIV UND METHODE	11
3.2.	ERGEBNISSE	15
3.2.1.	Fingerbeerenmuster	15
3.2.1.1.	Musterhäufigkeiten	15
3.2.1.1.1.	Gesamtkollektiv	15
3.2.1.1.2.	EZ und ZZ	17
3.2.1.1.3.	Männliche und weibliche Probanden	19
3.2.1.2.	Vergleich der einzelnen (homologen) Finger	21
3.2.1.2.1.	Intra-Paar-Differenz	21
3.2.1.2.2.	Intra-Paar-Korrelation	30
3.2.1.2.3.	Heritabilität	31
3.2.1.3.	Seitendifferenzen der Muster (unab- hängig von der Verteilung auf die einzelnen Finger)	
3.2.1.3.1.	Intra-Paar-Differenz	32
3.2.1.3.2.	Intra-Paar-Korrelation	41
3.2.1.3.3.	Heritabilität	42
3.2.2.	Hautleistenzahlen	43
3.2.2.1.	Individueller Quantitativer Wert	43
3.2.2.2.	Seitenunterschiede der Hautleistenzahlen	46
3.2.2.2.1.	Gesamtsumme rechte und linke Hand	46
3.2.2.2.2.	Individuelle Seitendifferenz der Probanden	56
3.2.2.2.3.	Intra-Paar-Differenz	65
3.2.2.2.4.	Intra-Paar-Korrelation	73
3.2.2.2.5.	Heritabilität	74
4.	DISKUSSION	75
5.	ZUSAMMENFASSUNG	77
6.	LITERATUR	79
7.	ANHANG	82
8.	DANKSAGUNG	101
9.	LEBENS LAUF	102

1. EINLEITUNG

Der menschliche Körper ist, oberflächlich betrachtet, symmetrisch. Bei genauerer Untersuchung und bei Berücksichtigung der inneren Organe finden sich jedoch eine Reihe von typischen und in der Regel gleichartigen Asymmetrien. Selbst paarig angelegte Organe wie Lungen und Nieren unterscheiden sich in Form, Größe und Lage auf der rechten bzw. linken Seite. Sogar beim Gehirn ist eine funktionelle Asymmetrie (Hemisphärendominanz) bekannt, obwohl dieses Organ anatomisch symmetrisch gebaut ist.

Einen ersten Einblick in die Mechanismen, die die menschliche Lateralisationszuordnung determinieren, erbrachten die Untersuchungen der Zilienstruktur bei Patienten mit Kartagener-Syndrom und deren Verwandten. Diese Befunde ergaben, daß der Ausfall der normalen Zilienaktivität ein Syndrom verursacht, das im wesentlichen durch chronisch rezidivierende Infekte der oberen und unteren Luftwege, Bronchiektasen und Sterilität beim Manne gekennzeichnet ist, und das als primäre ziliäre Dyskinesie bezeichnet wird. Bei diesem Krankheitsbild tritt in der Hälfte der Fälle ein Situs inversus visceralis auf, der aber die Hemisphärendominanz des Gehirns nicht beeinflußt. Aufgrund dieses Befundes wird vermutet, daß ziliäre Aktivität während der Embryonalzeit die Seitigkeit determiniert und daß bei einem genetisch bedingten Ausfall dieser Wirkung sich die Lateralisation zufällig entwickelt und so in der Hälfte der Fälle zu einem Situs inversus führt (AFZELIUS, 1976; ROTT, 1979).

Die Asymmetrie im Bereich des Hautleistensystems ist bereits lange bekannt und wurde von CUMMINS und MIDLO (1961) und HOLT (1953) ausführlich dargestellt. So sind im Bereich der Fingerbeeren rechts Wirbelmuster häufiger, während links Schleifen überwiegen. Dementsprechend finden sich auf den Fingerbeeren der rechten Hand durchschnittlich höhere quantitative Musterwerte. Die Ursachen für diese Asymmetrie sind völlig unklar. Während einige Autoren einen Einfluß



des ZNS vermuten, halten andere Unterschiede in der embryonalen Vaskularisation der Fingerbeeren für die Ursache (BONNEVIE, 1925). Befunde bei Patienten mit Situs inversus, die hier Aufschluß geben könnten, sind nicht in ausreichendem Maße verfügbar.

Die Asymmetrie im Hautleistenbereich ist durchaus kein so konstantes Merkmal wie die Linkslage des Herzens. Sie unterliegt vielmehr starken individuellen Schwankungen, wobei durchaus einmal die normale Asymmetrie ausfallen oder invertiert sein kann. Genetisch gesprochen ist bei diesem breit streuenden und kontinuierlich verteilten Merkmal der Seitendifferenz ein multifaktorielles Geschehen anzunehmen. Der Anteil der genetischen Einflüsse kann in einem derartigen System mit Hilfe der Zwillingsmethode abgeschätzt werden.

Die vorliegende Arbeit, die über Seitendifferenzen der Fingerbeerenmusterung des Hautleistensystems bei 66 Zwillingspaaren berichtet, liefert einen Beitrag zu dieser Fragestellung.

2. BISHERIGE UNTERSUCHUNGEN

Zur Frage der Asymmetrie liegen bereits Zwillingsbefunde folgender Autoren vor:

HOLT (1953) untersuchte die Hautleisten der Fingerbeeren von insgesamt 52 eineiigen gleichgeschlechtlichen Zwillingspaaren sowie 66 gleichgeschlechtlichen zweieiigen Zwillingspaaren.

Die 66 ZZ-Paare (43 weibliche, 23 männliche Paare) stammen aus einer Serie von psychotischen und neurotischen Zwillingen, deren Hautleistendaten von Dr. E. SLATER zur Verfügung gestellt worden waren und deren Beschreibung bezüglich Klassifizierung, Auswertungsmethoden und Hautleistenzahlen von SLATER und SHIELDS (1953) vorgelegt worden waren.

Zusätzlich wurden die Hautleistenzahlen von 12 EZ-Paaren (7 weibliche, 5 männliche Paare) der " New Maudsley-Serie " von psychotischen und neurotischen Zwillingen mit ausgewertet - bei denen jedoch keine Blutgruppenuntersuchungen zur Eiigkeitsdiagnostik durchgeführt worden waren . Außerdem wurden 6 EZ-Paare aus Londoner Schulen, davon 4 weibliche und 2 männliche Paare, in die Studie aufgenommen.

Untersucht wurden die bimanuellen Differenzen der Hautleistenzahlen der Finger, die Zwillingsbefunde wurden mit denen eines Bevölkerungskollektivs verglichen, das aus einem Eltern-Kinder-Unterkollektiv sowie einer Geschwistergruppe bestand.

Die Mittelwerte der Gesamtsumme der Hautleistenzahlen der rechten und linken Hand waren in dieser Arbeit bei den ZZ-Paaren ähnlich denen des Bevölkerungskollektivs, sie lagen bei den männlichen ZZ rechts bei 74,04, links bei 72,43, bei den weiblichen rechts bei 63,86, links bei 59,48.

Bei den EZ-Paaren waren die Mittelwerte, wahrscheinlich aufgrund des relativ kleinen Zwillingskollektivs, erheblich niedriger als im Bevölkerungskollektiv, außerdem bei den männlichen Zwillingen niedriger als bei den weiblichen (männliche EZ-Paare: rechts 58,00, links 59,53; weibliche EZ-Paare: rechts 64,42, links 62,74). Bei den männlichen Zwillingen war der Ridge Count rechts (RC_R) außerdem leicht niedriger als der Ridge Count links (RC_L), während bei den übrigen Befunden bevorzugt höhere Hautleistenzahlen auf der rechten Hand zu finden waren.

Die Bestimmung der Korrelationen zwischen den Hautleistenzahlen beider Paarlinge jedes Zwillingspaares, für jede Hand getrennt errechnet, ergab für die EZ eine deutlich stärkere Korrelation als für die ZZ (r_{EZ} für RC_R und RC_L jeweils 0,92; r_{ZZ} für RC_R 0,43, für RC_L 0,42).

Die Differenz in den Hautleistenzahlen für die rechte und linke Hand wurde von HOLT als Maß für die Asymmetrie benutzt. Sie fand u.a. heraus, daß bei den Zwillingen die Rechts-Links-Differenzen deutlich kleiner sind als in der Durchschnittsbevölkerung (Männer 3,02; Frauen 4,60). Der Mittelwert betrug für die männlichen EZ 1,70, für die weiblichen EZ 1,63. Für die weiblichen ZZ lag die mittlere Rechts-Links-Differenz mit 4,38 etwa bei der des Bevölkerungskollektivs, während sie bei den männlichen ZZ mit 1,61 ebenfalls unerwartet niedrig war.

Die Verteilungen der R-L-Differenzen waren für EZ und ZZ ähnlich und ähnlich denen der Geschwister-Kollektive.

Es wurden für die R-L-Differenzen Paar-Korrelationen gebildet, die Korrelationskoeffizienten betrugen bei den EZ -0,07, bei den ZZ -0,08.

HOLT kam zu dem Schluß, daß der Ridge-Count auf jeder Seite des Körpers vererbt ist, und zwar in ähnlicher Weise wie der TRC (siehe HOLT, 1952), d.h. unter Beteiligung von mehreren additiv wirkenden Genen. Es gibt jedoch nach HOLT keine Anzeichen dafür, daß die Asymmetrie selbst auf genetische Ursachen zurückzuführen ist.

LAMY u.Mitarb. (1957) untersuchten die Fingerabdrücke von mehr als 600 Zwillingspaaren.

Die Eidgeitsdiagnostik basierte auf essentiellen klinischen Aspekten, wie dem allgemeinen Aussehen, der Augen- und Haarfarbe, der Empfindlichkeit auf P.T.C., den Blutgruppen ABO und in einigen Fällen MN und Rh. Alle Zwillinge, bei denen die Eidgeitsdiagnose zweifelhaft oder deren Fingerabdrücke schlecht verwertbar waren, wurden ausgeschlossen, so daß insgesamt nur 584 Paare in die Studie aufgenommen wurden.

Es handelte sich bei den zweieiigen Paaren um 95 männliche, 90 weibliche und 127 gemischt-geschlechtliche Paare, bei den EZ um 129 männliche und 143 weibliche Paare.

Die Autoren kamen bezüglich der Frage der Asymmetrie zu folgenden Ergebnissen:

- Die durchschnittliche Hautleistenzahl ist rechts größer als links, bei männlichen Zwillingen insgesamt größer als bei weiblichen.
- Die Verteilung der Werte differierte bei der rechten Hand der Männer und der linken Hand der Frauen signifikant von der adjustierten Gauß'schen Normalverteilung.
- Wie schon bei HOLT ergaben sich bei Korrelationen innerhalb der Zwillingspaare, für die rechte und die linke Hand getrennt berechnet, leicht geringere Korrelationskoeffizienten als beim TRC insgesamt. Die Korrelationskoeffizienten lagen bei den ZZ-Paaren zwischen 0,40 und 0,52 und bei den EZ-Paaren zwischen 0,94 und 0,96.

LAMY u. Mitarb. berechneten außerdem die Korrelationen zwischen der rechten Hand des 1. Paarlings und der linken Hand des 2. Paarlings, um eine diskutierte " spiegelbildliche Asymmetrie " zu überprüfen, die evtl. die Ursache für die etwas geringeren Korrelationen für einzelne Hände als für beide zusammen (TRC) sein könnte.

Sie fanden durch diese Art der " gekreuzten Korrelation " geringfügig geringere Korrelationskoeffizienten als für den Vergleich der Hände rechts - rechts und links - links, für den Unterschied der Korrelationen konnte jedoch keine wissenschaftliche Erklärung angegeben werden. Die Autoren stellten fest, daß die Hypothese einer " spiegelbildlichen Asymmetrie " bei EZ-Paaren insgesamt insuffizient sei. Zu dieser Einschätzung war auch HOLT gelangt.

Bei den ZZ-Paaren waren die Korrelationskoeffizienten für die Hautleistenzahlen einzelner Hände nicht signifikant verschieden von 0,5.

Insgesamt kamen LAMY u. Mitarb. zu dem Schluß, daß aufgrund der hohen Intra-Paar-Korrelationen die Hautleistenzahlen der einzelnen Hände (ebenso wie der TRC) zu 95 % genetisch determiniert sind und daß die phänotypische Variation nicht über 5 % liegt.

Eine genetische Erklärung für die Asymmetrie, die z.B. in der Vorherrschaft der rechten Hand bei den Hautleistenzahlen sichtbar wird, konnte nicht gegeben werden, ebenfalls nicht für die Beobachtung, daß die Verteilungskurven für den RC_R bzw. RC_L zwar nur für 2 Unterkollektive (weiblich RC_L , männlich RC_R) signifikant von der Normalverteilung abweichen, jedoch alle Kurven auf die gleiche Art leicht asymmetrisch waren (sämtlich gegenüber der adjustierten Normalverteilungskurve nach rechts ausladend).

1975 legen T. REED u.Mitarb. eine Varianzenanalyse für 71 Hautleistenmerkmale vor. Als Kollektiv dienten 424 Zwillingspaare aus 2 verschiedenen Herkunftsquellen: Die eine Gruppe bestand aus 70 eineiigen und 70 zweieiigen männlichen Paaren, die vom National Heart and Lung Institute des National Institute of Health der USA untersucht worden waren. Sie waren Teil einer nationalen Zwillingserhebung der National Academy of Sciences, die alle männlichen Veteranen auflistete, die Zwillinge waren und die zwischen 1917 und 1927 geboren waren. Die Hautleistenbefunde wurden in Verbindung einer NHLI-Studie über genetische Ursachen kardiovaskulärer Risikofaktoren bei Zwillingen erhoben.

Die andere Gruppe umfaßte 284 Paare einer Zwillingstudie an der Indiana Universität. Diese Paare waren über die lokalen Krankenhäuser, über Mütter von Zwillingclubs und Aufrufe in den lokalen Medien erfaßt worden. Dieses Kollektiv bestand aus 91 männlichen und 99 weiblichen eineiigen Paaren und 42 männlichen und 52 weiblichen zweieiigen Paaren.

Die Eiigkeitsdiagnose wurde serologisch gestellt: ABO, Rh, MNS, Duffy und Kell wurden routinemäßig bestimmt. Die Mehrheit wurde auch für Kidd, P und elektrophoretische Marker wie Phosphoglucomutase, saure Phosphatase und Haptoglobin untersucht. Das Ergebnis der Typisierung war, daß 164 Zwillingspaare in einem oder mehreren Systemen nicht übereinstimmten und daher als zweieiig betrachtet und die verbleibenden 260 als eineiig eingestuft wurden.

Die Autoren benutzten eine Zahlenskala für die verschiedenen Mustertypen der Fingerbeeren, um eine Quantifizierung dieser qualitativen Merkmale zu erreichen: Bogen = 0, Schleife = 1 und Wirbel = 2, wobei Abstufungen in Abständen von 0,25 für Zwischenmuster, z.B. Doppelschleife = 1,75, definiert wurden.

Die Autoren fanden eine deutliche Übereinstimmung im Anteil der genetischen Varianz zwischen den jeweiligen Mustertypen und den Leistenzahlen der entsprechenden Finger. Lediglich der Daumen fiel hier mit einer geringeren genetischen Determination aus dem Rahmen.

Die Werte für homologe Finger waren dabei rechts und links sehr ähnlich, wurden in dieser Arbeit jedoch nicht auf ihre Übereinstimmung überprüft; sondern bei jedem Finger wurde die Varianz innerhalb der Paare und zwischen den Unterkollektiven untersucht.

Insgesamt wurde ein deutlicher genetischer Einfluß für fast alle Muster-Areale auf Hand und Fuß gefunden, mit Ausnahme des Daumens, dessen Bemusterung zu der des großen Zehs in Beziehung stehe.

C.C. PLATO (1976) u.Mitarb. untersuchten ausführlich das homologale und bilaterale Konkordanzverhalten bei 491 Zwillings- und Geschwisterpaaren.

Die Studie umfaßte 125 männliche und 148 weibliche EZ-Paare, 50 männliche und 48 weibliche ZZ-Paare und 60 Brüder- bzw. 60 Schwestern-Paare.

Die Eiigkeitsdiagnose basierte auf Blutgruppen- und anthropometrischen Befunden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden wie folgt zusammengefaßt:

- Verschiedene Hautleisten-Merkmale auf verschiedenen Fingern (oder Handflächen-Arealen) haben verschieden hohe Diskordanzgrade.
- Bei den EZ ist die Diskordanzrate für alle Merkmale gleich, unabhängig vom Geschlecht und der Seitigkeit, während bei den ZZ (und bei Geschwistern) Geschlechtsdifferenzen und Seitigkeitsdifferenzen beobachtet wurden.

- Die Konkordanz-Unterschiede zwischen den EZ und Geschwistern wie auch zwischen den EZ und ZZ lassen vermuten, daß - zumindest bei den weiblichen Zwillingen - die Dermatoglyphen durch wechselnde intrauterine Umgebungsfaktoren beeinflußt werden.

LOESCH u.Mitarb. (1977, 1978, 1979) untersuchten 221 gleichgeschlechtliche Zwillingspaare, 110 monozygote und 111 heterozygote. Die Zwillingspaare stammten aus Warschauer Schulen.

Bei den eineiigen Paaren waren 60 männlich und 50 weiblich, bei den zweieiigen gab es 62 männliche und 49 weibliche Paare.

Die Eiigkeitsdiagnose basierte auf Blutgruppentests und anderen genetischen Markern (Hp, Cc, Gm). Zusätzlich wurden 74 Paare auf Gm, PGM, GPT, Ak, Inv, GPGD und ACP getestet. In den seltenen Fällen, bei denen die Eiigkeit nicht auf der Basis der genetischen Marker bestimmt werden konnte, wurde ein polysymptomatischer Ähnlichkeitstest benutzt.

Anhand dieses Materials wurde neben den bereits von den vorher zitierten Fakten festgestellt,

- daß Fußsohlenmuster insgesamt symmetrischer angelegt sind als Handflächenmuster;
- daß die Heritabilität für verschiedene Hautleistenmerkmale unterschiedlich ist, wobei stärker asymmetrisches Auftreten geringere Heritabilitäten bedingt, und
- daß die Varianzen bei ein- bzw. zweieiigen Paaren nicht immer gleich sind.

Bei zusammenfassender Wertung aller bisherigen Untersuchungen ist festzustellen, daß die bisherigen Studien im wesentlichen dazu angelegt waren, das Ausmaß der genetischen Determination verschiedener Hautleistenmerkmale festzustellen. In diesem Zusammenhang wurden Seitendifferenzen durchaus systematisch erfaßt und für die

gesamte Fragestellung diskutiert. Die Frage nach deren Ursache wurde jedoch bisher nur von HOLT (1953) im Rahmen einer Zwillingsstudie gezielt untersucht. In der vorliegenden Arbeit werden deren Ergebnisse an einer zweiten Zwillingsserie überprüft.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1. KOLLEKTIV UND METHODE

Für die Untersuchungen standen die Finger- und Handabdrücke von 70 gleichgeschlechtlichen Zwillingspaaren zur Verfügung. Das Kollektiv umfaßte 42 EZ-Paare (22 männlich, 20 weiblich) und 28 ZZ-Paare (13 männlich, 15 weiblich) im Alter von 9 bis 18 Jahren.

Diese Paare waren von den Nürnberger Grund-, Haupt- und Sonderschulen sowie der Gesamtschule Langwasser, Herrn Professor Dr. Lienert vom Lehrstuhl Psychologie II der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg für eine geplante Studie zur Genetik von Intelligenzfaktoren bei mittelfränkischen Zwillingen ¹⁾ gemeldet worden. Die hier untersuchten Paare stammen aus einer Pilotstudie, die die praktische Durchführbarkeit der Untersuchungen belegen sollte.

Zur Eidgeitsdiagnostik waren die Paare in den jeweiligen Schulen aufgesucht und mittels polysymptomatischen Ähnlichkeitsvergleichs (SIEMENS, 1924) auf die Eidgeit untersucht worden. In diesem Zusammenhang waren auch Hautleistenabdrücke von Fingern, Händen und Fußsohlen angefertigt worden. Gleichzeitig wurde Blut für die Serologie abgenommen. Untersucht wurden die Systeme ABO, Rh mit Untergruppen, MNSS, SEP, PGM, GPT, Hp, Gc, C3, ESD, GLO und HLA (Dr. J. Lötterle, Institut für Rechtsmedizin).

Bei 61 Paaren bestätigten diese Untersuchungen die Diagnose des polysymptomatischen Ähnlichkeitsvergleichs.

Ein Paar, das ursprünglich als eineiig angesehen worden war, differierte serologisch und mußte somit als zweieiig angesehen werden. Bei acht Paaren war keine serologische Untersuchung möglich, weil ein oder beide Paarlinge die Blutabnahme verweigerten.

1) Diese Untersuchung wurde aus Gründen des Datenschutzes nicht durchgeführt.

Zwei nach der Morphologie sicher eineiige Paare waren primär in die genetische Sprechstunde zur Eiigkeitsbestimmung gekommen. Bei einem dieser Paare stimmten beide Paarlinge in den Systemen ABO, Rh mit Untergruppen und Kell überein. Das andere Paar ist serologisch nicht untersucht.

Insgesamt ist somit bei 62 von 70 Paaren die Eiigkeit serologisch abgesichert.

Die Hautleistenabdrücke, die mittels Tesa-Film D nach vorheriger Schwärzung der Haut mit Graphit abgenommen worden waren, wurden freundlicherweise von Herrn Professor Dr. Rott zur Verfügung gestellt. Die Hautleistenuntersuchung erfolgte mit Hilfe einer Fadenzählerlupe.

Die Auswertung erfolgte unter Ausschluß von vier der untersuchten 70 Zwillingspaaren:

Paar Nr. 23, da bei dem einen Paarling auf einer Fingerbeere nur eine Narbe vorhanden war, während bei dem anderen die Handabdrücke völlig fehlten;

Paar Nr. 47, da die Hautleistenabdrücke wegen mangelnder Qualität nicht exakt auswertbar waren;

Paar Nr. 57, da nur die Abdrücke eines Paarlings vorlagen;

Paar Nr. 70, da bei einem Paarling einer der Finger wegen Verletzung verbunden und folglich nicht auswertbar war.

Für die endgültige Auswertung verblieben somit 22 männliche und 20 weibliche EZ-Paare, sowie 11 männliche und 13 weibliche ZZ-Paare.

Das Hautleistensystem der Fingerbeeren wurde qualitativ und quantitativ ausgewertet, wobei die Bemusterung und die Hautleistenzahl bestimmt wurden. Die Beschreibung der einzelnen Muster erfolgte nach der allgemein üblichen Nomenklatur (CUMMINS und MIDLO, 1961; PENROSE, 1968; LÖFFLER, 1969; HOLT, 1968), wobei die folgenden Symbole verwendet wurden:

<u>Wirbel:</u>		W
<u>Schleifen:</u>	ulnar	U
	radial	R
<u>Bogen:</u>		B

Zunächst wurde die Musterhäufigkeit für die Kollektive bestimmt. Danach wurde für jeden Probanden die individuelle Rechts-Links-Differenz untersucht. Um eine Quantifizierung eines qualitativen Merkmals, wie es der Mustertyp darstellt, zu erzielen, wurde folgendes Vorgehen gewählt:

Einerseits wurden die einzelnen homologen Finger verglichen, z.B. 1. Finger rechts - 1. Finger links, 2. Finger rechts - 2. Finger links, usw.; dabei konnte der Übereinstimmungsgrad (ÜEG) von 0 - 5 reichen.

Andererseits wurden einzelne Seiten quantitativ betrachtet, unabhängig von der Verteilung der Muster auf die einzelnen Finger, z.B.

rechte Hand: 2x U, 1x R, 2x W,

linke Hand: 1x U, 4x W,

dies ergibt eine Übereinstimmung (Ü) von 1 U und 2 W, d.h. in 3 Mustern.

Für die jeweiligen Paare wurden außerdem die Intrapaaardifferenz (IPB) und die Intrapaar-Korrelation (IPK) bestimmt.

Aus den Korrelationen für eineiige und zweieiige Zwillinge (EZ / ZZ) wurde abschließend nach der folgenden Formel die Heritabilität bestimmt:

$$H = \frac{r_{EZ} - r_{ZZ}}{1 - r_{ZZ}}$$

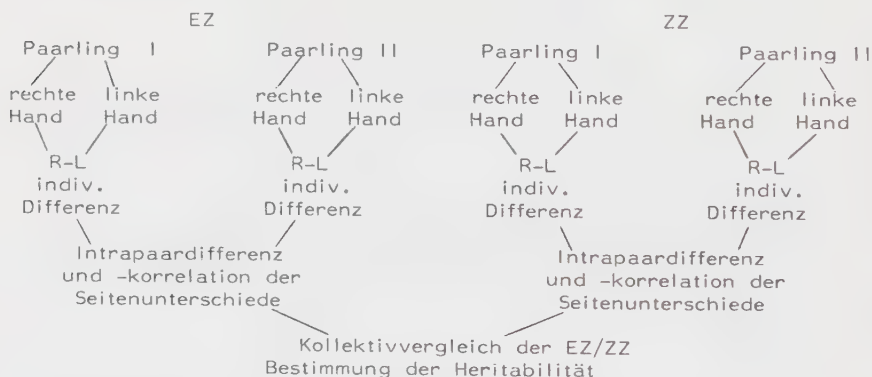
Auf der Grundlage der Auszählung der Hautleisten jeder Fingerbeere wurden folgende quantitative Werte errechnet:

- TRC: Total Ridge Count, Gesamtleistenzahl für alle zehn Finger ¹⁾.
- RC_R, RC_L : Ridge Count rechts bzw. links, Gesamtsumme der rechten bzw. linken Hand.
- R-L : Individuelle Rechts-Links-Differenz.

Außerdem wurden Durchschnittswerte für die verschiedenen Unterkollektive (EZ und ZZ; männliche und weibliche Probanden) errechnet.

Zusätzlich wurden die Intrapaaardifferenzen und -korrelationen der Seitenunterschiede bestimmt. Aus den Intrapaaarkorrelationen für EZ und ZZ wurde auch für die quantitativen Werte die Heritabilität errechnet.

Insgesamt wurde nach folgendem Untersuchungsschema verfahren:



Die statistische Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte mit Hilfe eines Hewlett-Packard-Computers der 5. Medizinischen Klinik am Städt.Klinikum Nürnberg.

¹⁾ Im deutschsprachigen Raum wurde früher häufig auch der Individuelle Quantitative Wert (IQW) als 1/10 des TRC angegeben.

3.2. ERGEBNISSE

3.2.1. Fingerbeerenmuster

3.2.1.1. Musterhäufigkeiten

Die Musterhäufigkeiten wurden für das Gesamtkollektiv, aufgeschlüsselt nach rechter und linker Hand, bestimmt. Anschließend wurden die Unterkollektive (eineiige und zweieiige Zwillinge, männliche und weibliche Probanden) verglichen.

3.2.1.1.1. Gesamtkollektiv

Die Musterhäufigkeiten im Gesamtkollektiv sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1 :

Häufigkeiten der einzelnen Fingerbeerenmuster bei 66 Zwillingspaaren (132 Probanden)

	Anzahl	%
Wirbel	380	28,79
ulnare Schleifen	834	63,18
radiale Schleifen	59	4,47
Bogen	47	3,56
Summe:	1.320	100

Diese Befunde liegen in der Merkmals Häufigkeit der Fränkischen Durchschnittsbevölkerung (PRAGER, 1970).

Tabelle 2 zeigt die Musterhäufigkeiten der Finger rechts und links.

Tabelle 2 :

Häufigkeiten der verschiedenen Fingerbeerenmuster im Gesamtkollektiv von 66 Zwillingspaaren, differenziert nach rechts und links.

	R		L	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Wirbel	203	30,7	177	26,8
ulnare Schleifen	405	61,4	429	65,0
radiale Schleifen	29	4,4	30	4,6
Bogen	23	3,5	24	3,6
Summe:	600	100	660	100

Wirbel sind auf der rechten Hand deutlich häufiger anzutreffen, ulnare Schleifen häufiger auf der linken Hand. Dies entspricht den Ergebnissen früherer Untersuchungen zu den Seitenunterschieden der Musterhäufigkeiten. Radiale Schleifen und Bogen zeigen jedoch im Gegensatz zu vorherigen Studien in der vorliegenden Untersuchung rechts und links keine unterschiedlichen Musterhäufigkeiten.

3.2.1.1.2. EZ und ZZ

Die Häufigkeiten der Fingerbeerenmuster bei eineiigen und zweieiigen Zwillingen werden in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3 :

Häufigkeiten der Fingerbeerenmuster bei 42 EZ-Paaren und 24 ZZ-Paaren

	EZ		ZZ	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Wirbel	242	28,81	138	28,75
ulnare Schleifen	525	62,50	309	63,47
radiale Schleifen	41	4,88	18	3,75
Bogen	32	3,81	15	3,13
Summe:	840	100	480	100

Auffällige Unterschiede zwischen eineiigen und zweieiigen Zwillingen fanden sich nicht.

Tabelle 4 gibt die Differenzierung der Fingerbeerenmuster für die rechte bzw. linke Hand wieder.

Tabelle 4 :

Häufigkeiten der Fingerbeerenmuster bei 42 EZ-Paaren und 24 ZZ-Paaren, differenziert nach rechts und links

	EZ				ZZ			
	Anzahl	R %	Anzahl	L %	Anzahl	R %	Anzahl	L %
W	134	31,90	108	25,72	69	28,75	69	28,75
U	247	58,81	278	66,19	158	65,84	151	62,91
R	21	5,00	20	4,76	8	3,33	10	4,17
B	18	4,29	14	3,33	5	2,08	10	4,17
Σ	420	100	420	100	240	100	240	100

Während bei den ZZ für Wirbel und ulnare Schleifen keine bzw. nur geringfügige Seitenunterschiede vorhanden waren, fanden sich bei den EZ rechts deutlich mehr Wirbel und links deutlich mehr ulnare Schleifen, was sich auch schon im Gesamtkollektiv gezeigt hatte (das ja fast doppelt so viele eineiige wie zweieiige Paare enthält).

3.2.1.1.3. Männliche und weibliche Probanden

Die Musterhäufigkeiten für die Unterkollektive der männlichen bzw. weiblichen Zwillingspaare sind aus Tabelle 5 ersichtlich.

Tabelle 5 :

Häufigkeiten der Fingerbeerenmuster bei 33 weiblichen und 33 männlichen Zwillingspaaren

	männlich		weiblich	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Wirbel	168	25,46	212	32,12
ulnare Schleifen	431	65,30	403	61,06
radiale Schleifen	32	4,85	27	4,09
Bogen	29	4,39	18	2,73
Summe:	660	100	660	100

Beim Vergleich von männlichen und weiblichen Probanden ergaben sich wesentliche Unterschiede: Die weiblichen Zwillinge wiesen deutlich mehr Wirbel auf Kosten der ulnaren Schleifen auf.

Tabelle 6 zeigt den Rechts-Links-Vergleich bezüglich der Musterhäufigkeiten bei männlichen und weiblichen Zwillingen.

Tabelle 6 :

Häufigkeiten der Fingerbeerenmuster , differenziert nach rechts - links, für 33 männliche und 33 weibliche Zwillingspaare

	männlich				weiblich			
	Anzahl	R %	Anzahl	L %	Anzahl	R %	Anzahl	L %
W	94	28,48	74	22,42	103	31,21	109	33,03
U	206	62,43	225	68,18	204	61,82	199	60,30
R	16	4,85	16	4,85	14	4,24	13	3,94
B	14	4,24	15	4,55	9	2,73	9	2,73
	330	100	330	100	330	100	330	100

Während sich die Musterhäufigkeiten der weiblichen Zwillinge kaum unterschieden, zeigte der Rechts-Links-Vergleich bei den männlichen Zwillingen rechts erheblich mehr Wirbel auf Kosten der ulnaren Schleifen, wobei insgesamt jedoch die männlichen Probanden eine geringere Wirbelhäufigkeit als die weiblichen Probanden aufwiesen (siehe Tab.5).

3.2.1.2. Vergleich der einzelnen (homologen) Finger

Bei jedem Probanden wurde die individuelle Rechts-Links-Differenz der Fingerbeerenmuster bestimmt. Sie wird dargestellt durch den Grad der Musterübereinstimmung zwischen den homologen Fingern, wobei der Übereinstimmungsgrad von 0 - 5 reichen kann.

3.2.1.2.1. Intra-Paar-Differenz

Der Übereinstimmungsgrad (ÜEG) zwischen homologen Fingern für jeden Zwilling sowie die Differenz der Übereinstimmungsgrade innerhalb jedes Zwillingspaares (IPD) wird aus Tabelle 7 ersichtlich. Die einzelnen Unterkollektive (männliche - weibliche EZ, männliche - weibliche ZZ) wurden getrennt dargestellt.

Die Intra-Paar-Differenz betrug durchschnittlich bei den EZ-Paaren 1,05 (mit einer Standardabweichung von 0,82), bei den ZZ-Paaren 1,25 (mit einer Standardabweichung von 1,03).

Die Intra-Paar-Differenz des Übereinstimmungsgrades beim Mustervergleich homologer Finger ist demnach insgesamt klein und bei EZ- und ZZ-Paaren annähernd gleich.

Tabelle 7 :

Übereinstimmungsgrad (ÜEG) des Hautleistenmusters bei Vergleich der rechten bzw. linken homologen Finger einzelner Paarlinge und Intrapaaendifferenz (IPD) beim Vergleich des Übereinstimmungsgrads innerhalb der einzelnen Paare.

a) 22 männl. EZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	ÜEG	IPD
5	3	5	0
6		5	
7		3	
8	4	4	1
9		5	
10	5	2	3
11		4	
12	6	3	1
15		2	
16	8	3	1
19		5	
20	10	3	2
23		4	
24	12	4	0
37		5	
38	19	5	0
43		4	
44	22	2	2
63		4	
64	33	4	0
69		1	
70	36	1	0

Lfd. Nr.	Paar- Nr.	ÜEG	IPD
75	39	3	1
76		4	
77	40	4	0
78		4	
85	44	3	2
86		5	
87	45	3	1
88		4	
99	52	3	1
100		4	
103	54	2	2
104		4	
105	56	4	1
106		3	
113	60	4	0
114		4	
117	62	5	2
118		3	
121	64	5	0
122		5	
125	66	5	1
126		4	
IPD- Durchschnitt:		$\bar{X} = 0,95$ $\sigma = 0,90$	

Tabelle 7 (Fortsetzung):

b) 20 weibl. EZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar- Nr.	ÜEG	IPD
13	7	2	2
14		4	
21	11	3	2
22		5	
25	13	3	1
26		2	
27	14	4	1
28		3	
31	16	3	1
32		4	
35	18	5	1
36		4	
39	20	4	0
40		4	
45	24	4	1
46		5	
47	25	4	0
48		4	
49	26	4	2
50		2	
53	28	4	0
54		4	
55	29	4	1
56		5	
59	31	3	1
60		4	
65	34	5	2
66		3	
81	42	2	2
82		4	
89	46	5	2
90		3	
95	50	4	0
96		4	
101	53	4	1
102		5	
107	56	4	1
108		3	
109	58	3	2
110		5	
IPD- Durchschnitt:		$\bar{X} = 1,15$ $\sigma = 0,75$	

Tabelle 7 (Fortsetzung)

c) 11 männl. ZZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar- Nr.	ÜEG	IPD
3	2	4	0
4		4	
17	9	4	0
18		4	
33	17	4	0
34		4	
61	32	5	2
62		3	
83	43	5	1
84		4	
91	48	3	0
92		3	
93	49	2	1
94		3	
119	63	4	0
120		4	
123	65	5	2
124		3	
127	67	2	3
128		5	
129	68	2	2
130		4	
IPD- Durchschnitt:		$\bar{X} = 1,0$ $\sigma = 1,1$	

b) 13 weibl. ZZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar- Nr.	ÜEG	IPD
1	1	3	2
2		5	
29	15	4	1
30		5	
41	21	4	1
42		3	
51	27	4	1
52		3	
57	30	5	1
58		4	
67	35	2	3
68		5	
71	37	2	2
72		4	
73	38	3	0
74		3	
79	41	3	2
80		5	
97	51	5	0
98		5	
111	59	5	1
112		4	
115	61	2	3
116		5	
131	69	2	2
132		4	
IPD- Durchschnitt:		$\bar{X} = 1,56$ $\sigma = 0,97$	

Die durchschnittliche Intra-Paar-Differenz und ihre Streubreite für die einzelnen Unterkollektive wird in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8 :

Durchschnittliche Intra-Paar-Differenz ($\bar{X}$) mit Standardabweichung (σ) zum Mustervergleich homologer Finger bei 22 männl. und 20 weibl. EZ-Paaren sowie 11 männl. und 13 weibl. ZZ-Paaren.

	$\bar{X}$	σ
männl. EZ	0,95	0,90
männl. ZZ	1,0	1,1
weibl. EZ	1,15	0,75
weibl. ZZ	1,56	0,97

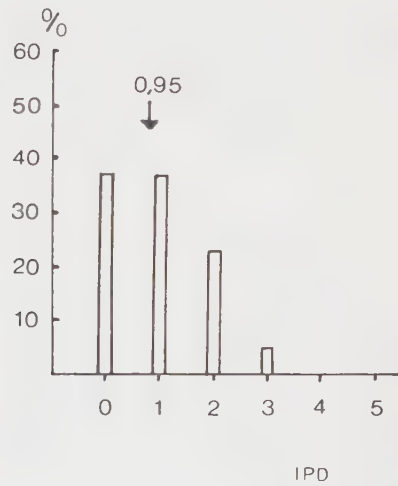
Die niedrigste durchschnittliche Intra-Paar-Differenz ergab sich bei den männlichen EZ, die höchste bei den weiblichen ZZ.

Insgesamt wiesen die männlichen Zwillingspaare eine geringere durchschnittliche Intra-Paar-Differenz auf als die weiblichen (männliche Paare 0,97, $s = 0,95$, weibliche 1,27, $s = 0,84$).

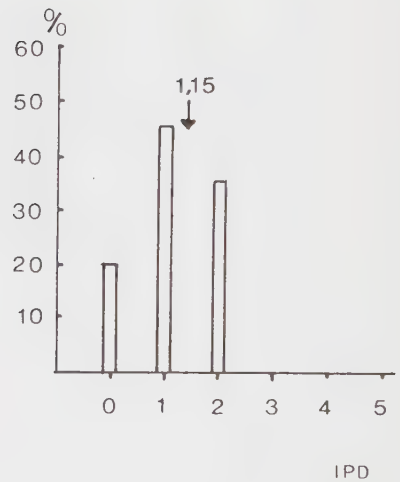
Die Verteilung der Intra-Paar-Differenzen für die einzelnen Unterkollektive geht aus der Abbildung 1 hervor, die durchschnittliche Intra-Paar-Differenz wurde jeweils durch einen Pfeil markiert.

Abb. 1 : Intra-Paar-Differenzen in verschiedenen Unterkollektiven
beim Vergleich homologer Finger

a: 22 männl.EZ-Paare

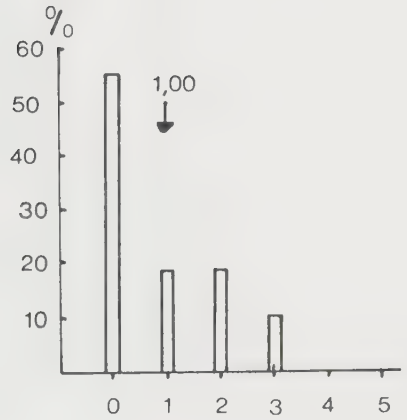


b: 20 weibl.EZ-Paare



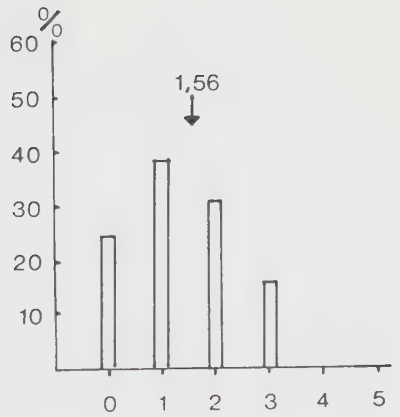
Fortsetzung Abb. 1 :

c): 11 männl. ZZ-Paare



IPD

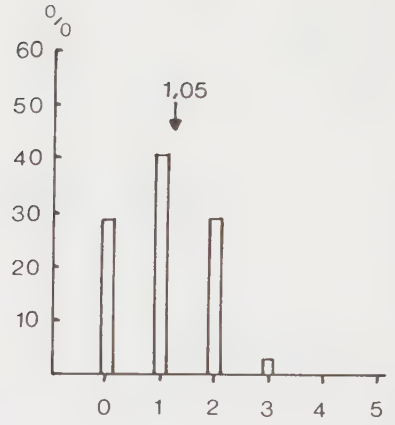
d): 13 weibl. ZZ-Paare



IPD

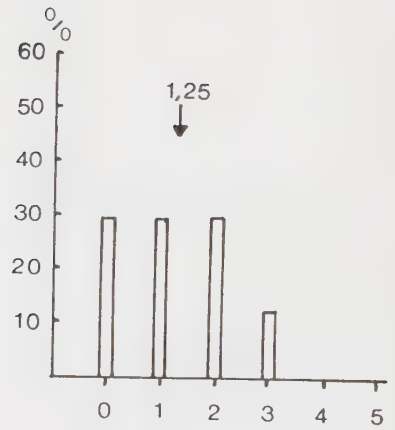
Fortsetzung Abb. 1 :

e: 42 EZ-Paare



IPD

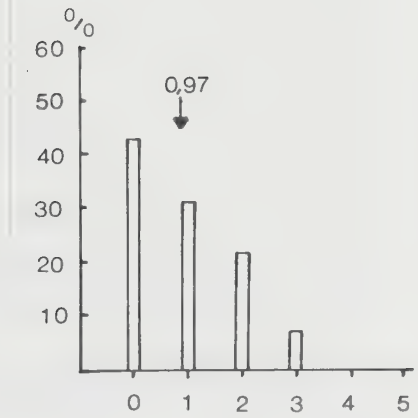
f: 24 ZZ-Paare



IPD

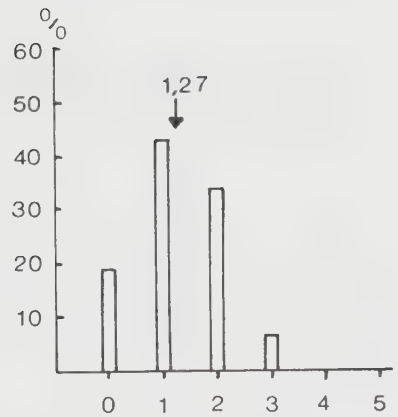
Fortsetzung Abb. 1 :

g: 33 männl. Paare



IPD

h: 33 weibl. Paare



IPD

Auffällig ist, daß sämtliche Verteilungskurven für die männlichen Zwillingspaare asymmetrisch sind, d.h. ihren Häufigkeitsgipfel bei den IPD zwischen 0 und 1 haben, während die Kurven für die weiblichen Paare der Gaußschen Normalverteilung ähnlicher sind und im Säulendiagramm den Häufigkeitsgipfel bei der IPD von 1 haben.

3.2.1.2.2. Intra-Paar-Korrelation

Die aus den Übereinstimmungsgraden der beiden Paarlinge jedes Zwillingspaares errechneten Korrelationen sind für die Unterkollektive in Tabelle 9 dargestellt.

(r = Korrelationskoeffizient,
 A = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y -Achse,
 b = Steigung der Regressionsgeraden)

Tabelle 9 :

Intra-Paar-Korrelation zum Mustervergleich homologer Finger bei 22 männl. EZ-Paaren, 20 weibl. EZ-Paaren und 11 männl. ZZ Paaren, 13 weibl. ZZ-Paaren

	EZ männl.	EZ weibl.	EZ gesamt
r	0,28	- 0,19	0,10
A	2,66	4,61	3,34
b	0,26	- 0,20	0,10
	ZZ männl.	ZZ weibl.	ZZ gesamt
r	- 0,26	- 0,18	- 0,24
A	4,25	4,66	4,55
b	- 0,14	- 0,13	- 0,16

Die Korrelationen sind insgesamt niedrig und schwanken zwischen + 0,28 und - 0,26. Es handelt sich hier um zufällige Zusammenhänge ohne eine ursächliche biologische Basis.

3.2.1.2.3. Heritabilität

Aus den Intra-Paar-Korrelationen der Tabelle 9 wurden die Heritabilitäten nach der Formel

$$H = \frac{r_{EZ} - r_{ZZ}}{1 - r_{ZZ}}$$

berechnet:

Dabei ergab sich für das Gesamtkollektiv

$$H = \frac{0,1 - (-0,24)}{1 - (-0,24)} = \underset{====}{0,27},$$

für die männlichen Paare

$$H = \frac{0,28 - (-0,26)}{1 - (-0,26)} = \underset{====}{0,43}$$

und für die weiblichen Paare

$$H = \frac{-0,19 - (-0,18)}{1 - (-0,18)} = \underset{====}{-0,01}.$$

Diese niedrigen Werte und deren breite Streuung sprechen gegen eine wesentliche Mitbeteiligung genetischer Faktoren bei der Entstehung von Seitendifferenzen der Fingerbeerenmusterung.

3.2.1.3. Seitendifferenzen der Muster

(unabhängig von der Verteilung auf die einzelnen Finger)

Dabei erfolgte eine Untersuchung der Rechts-Links-Übereinstimmung für jeden Probanden, wobei die Bemusterung unabhängig von der Verteilung auf die Finger betrachtet wurde.

Auch hier wurde von jedem der 66 Paare des Kollektivs die Intra-Paar-Differenz und die Intra-Paar-Korrelation des Übereinstimmungsgrades der Muster bestimmt.

3.2.1.3.1. Intra-Paar-Differenz

Aus Tabelle 10 geht der Grad der Musterübereinstimmung rechts - links für jeden Zwillingsspaarling und die Intra-Paar-Differenz jedes Zwillingsspaares hervor. Die jeweiligen Unterkollektive wurden wieder getrennt aufgeführt.

Tabelle 10 :

Übereinstimmungsgrade (ÜEG) der Fingerbeerenmuster rechts-links (unabhängig von der Verteilung auf die einzelnen Finger) für jeden Zwilling und Intra-Paar-Differenz bei 66 Zwillingspaaren.

a) 22 männl. EZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	ÜEG	IPD
5	3	5	0
6		5	
7	4	3	1
8		4	
9	5	5	3
10		2	
11	6	4	1
12		3	
15	8	2	1
16		3	
19	10	5	0
20		5	
23	12	4	0
24		4	
37	19	5	0
38		5	
43	22	4	1
44		3	
63	33	4	1
64		5	
69	36	1	0
70		1	

Lfd. Nr.	Paar- Nr.	ÜEG	IPD
75	39	3	1
76		4	
77	40	4	0
78		4	
85	44	5	0
86		5	
87	45	3	1
88		4	
99	52	5	1
100		4	
103	54	2	2
104		4	
105	55	4	1
106		3	
113	60	4	0
114		4	
117	62	5	2
118		3	
121	64	5	0
122		5	
125	66	5	1
126		4	
IPD-		$\bar{X} = 0,77$	
Durchschnitt:		$\sigma = 0,81$	

Tabelle 10 (Fortsetzung):

b) 20 weibl. EZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar- Nr.	ÜEG	IPD
13	7	4	0
14		4	
21	11	3	2
22		5	
25	13	4	2
26		2	
27	14	4	1
28		5	
31	16	3	1
32		4	
35	18	5	1
36		4	
39	20	4	0
40		4	
45	24	4	1
46		5	
47	25	4	0
48		4	
49	26	4	2
50		2	
53	28	4	0
54		4	
55	29	5	0
56		5	
59	31	4	0
60		4	
65	34	5	2
66		3	
81	42	3	1
82		4	
89	46	5	1
90		4	
95	50	4	0
96		4	
101	53	4	1
102		5	
107	56	4	1
108		3	
109	58	3	2
110		5	
IPD- Durchschnitt:		$\bar{X} = 0,90$ $\sigma = 0,79$	

Tabelle 10 (Fortsetzung):

c) 11 männl. ZZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	ÜEG	IPD
3	2	4	0
4		4	
17	9	4	0
18		4	
33	17	4	0
34		4	
57	30	5	1
58		4	
61	32	5	2
62		3	
83	43	5	1
84		4	
91	48	3	2
92		5	
93	49	4	1
94		3	
119	63	4	0
120		4	
123	65	5	2
124		3	
129	68	3	2
130		5	
IPD-Durchschnitt:		$\bar{X}$ = 1,00 σ = 0,89	

d) 13 weibl. ZZ-Paare

Lfd. Nr.	Paar- Nr.	ÜEG	IPD
1	1	5	0
2		5	
29	15	4	1
30		5	
41	21	4	1
42		5	
51	27	4	1
52		5	
67	35	4	1
68		5	
71	37	4	0
72		4	
73	38	5	2
74		3	
79	41	5	0
80		5	
97	51	5	0
98		5	
111	59	5	1
112		4	
115	61	2	3
116		5	
127	67	2	3
128		5	
131	69	3	1
132		4	
IPD- Durchschnitt:		$\bar{X}$ = 1,08 σ = 1,04	

Die durchschnittliche Intra-Paar-Differenz und ihre Streubreite gibt für die einzelnen Unterkollektive Tabelle 11 wieder.

Tabelle 11 :

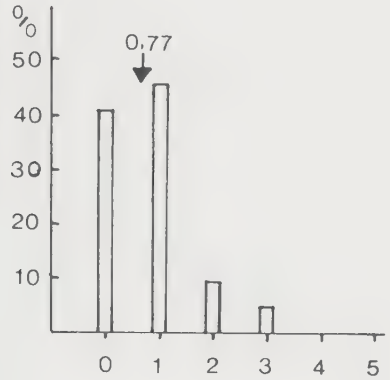
Durchschnittliche Intra-Paar-Differenz ($\bar{X}$) mit Standardabweichung (σ) zum Seitenvergleich der Muster bei 22 männl. und 20 weibl. EZ-Paaren sowie 11 männl. und 13 weibl. ZZ-Paaren

	$\bar{X}$	σ
männl. EZ (n=22)	0,77	0,81
männl. ZZ (n=11)	1,00	0,89
weibl. EZ (n=20)	0,90	0,79
weibl. ZZ (n=13)	1,08	1,04

In Abbildung 2 werden die Verteilungen der Intra-Paar-Differenz für die Unterkollektive dargestellt, die durchschnittliche IPD wurde mit einem Pfeil gekennzeichnet.

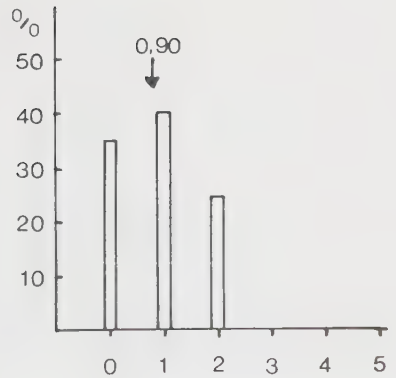
Abb. 2 : Intra-Paar-Differenz in verschiedenen Unter-
kollektiven zum Seitenvergleich der Muster ohne
Berücksichtigung homologer Finger

a: 22 männl.EZ-Paare



IPD

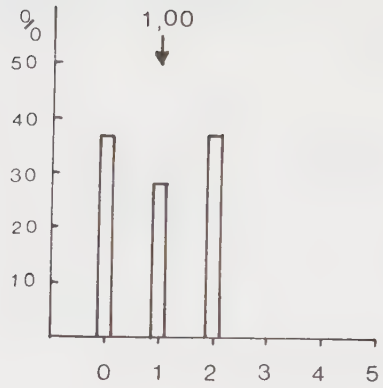
b: 20 weibl.EZ-Paare



IPD

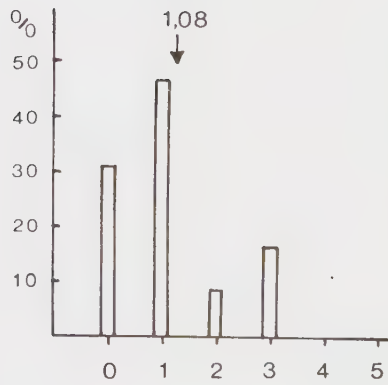
Fortsetzung Abb. 2 :

c: 11 männl. ZZ-Paare



IPD

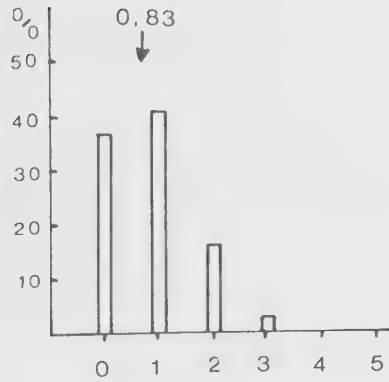
d: 13 weibl. ZZ-Paare



IPD

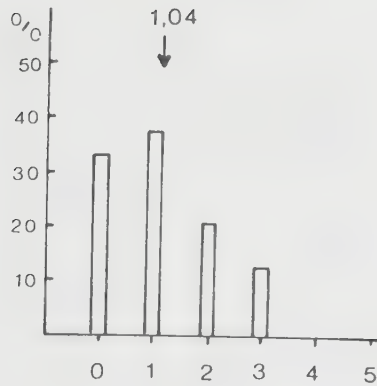
Fortsetzung Abb. 2 :

e: 42 EZ-Paare



IPD

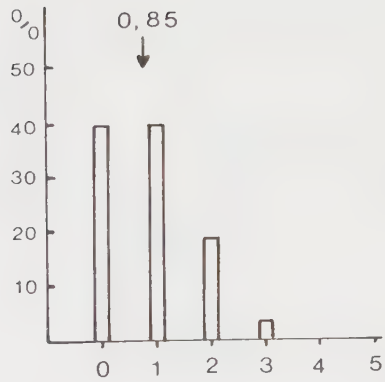
f: 24 ZZ-Paare



IPD

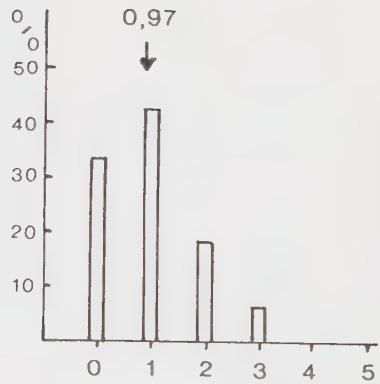
Fortsetzung Abb. 2 :

g: 33 männl. Paare



IPD

h: 33 weibl. Paare



IPD

Die durchschnittlichen Intra-Paar-Differenzen sind hier erwartungsgemäß beim Seitenvergleich der Muster insgesamt noch etwas kleiner als beim Vergleich homologer Finger (vgl. Abschnitt 3.2.1.2.1.). Sie sind für EZ etwas geringer als für ZZ sowie für männliche Paare geringer als für weibliche.

Die Verteilungskurven sind für die männlichen Zwillinge wie bei Abschnitt 3.2.1.2.1. mehr nach links verschoben als für die weiblichen Probanden. EZ und ZZ insgesamt weisen keine wesentlichen Verteilungsunterschiede auf.

3.2.1.3.2. Intra-Paar-Korrelation

Aus dem Seitenvergleich der Muster jedes Paarlings wurde die Intra-Paar-Korrelation der Übereinstimmung bei jedem Zwillingpaar berechnet (Tabelle 12).

Tabelle 12 :

Intra-Paar-Korrelation zum Seitenvergleich der Muster (unabhängig von der Verteilung auf einzelne Finger) für 22 männliche EZ-, 20 weibliche EZ-Paare sowie 11 männliche ZZ- und 13 weibliche ZZ-Paare

	EZ männl.	EZ weibl.	EZ gesamt
r	0,49	- 0,18	0,28
A	2,07	5,00	2,73
b	0,44	- 0,25	0,29
	ZZ männl.	ZZ weibl.	ZZ gesamt
r	- 0,73	- 0,24	- 0,41
A	6,74	5,19	5,65
b	- 0,68	- 0,14	- 0,33

(r = Korrelationskoeffizient

A = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse

b = Steigung der Regressionsgeraden)

Insgesamt sind die Korrelationen stärker als beim Vergleich der homologen Finger (siehe Abschnitt 3.2.1.2.2.).

Hier zeigt sich wieder deutlich der Unterschied zwischen den männlichen und weiblichen Paaren:

Die männlichen EZ-Paare haben eine mittelstarke positive Korrelation ($r = 0,49$), die männlichen ZZ-Paare eine starke negative Korrelation ($r = -0,73$).

Bei den weiblichen Paaren zeigt sich keine bzw. nur eine schwache negative Korrelation: Der Korrelationskoeffizient für die weiblichen EZ-Paare beträgt $-0,18$, der für die weiblichen ZZ-Paare $-0,24$.

Insgesamt weisen die EZ-Paare eine schwach positive Korrelation auf ($r = 0,28$), die ZZ-Paare eine schwach negative Korrelation ($r = -0,41$).

Zur Bewertung der Korrelationskoeffizienten gibt IMMICH (1974) die folgenden Hinweise:

$r = 0,2 - 0,4:$	schwache Korrelation,
$r = 0,5 - 0,74:$	mittelstarke Korrelation,
$r = 0,75 - 0,95:$	starke Korrelation,
$r = -1:$	starr negative Korrelation,
$r = 0:$	stochastische Unabhängigkeit,
$r = +1:$	starr positive Korrelation).

3.2.1.3.3. Heritabilität

Aus den Intra-Paar-Korrelationen wurden folgende Werte für die Heritabilität berechnet:

a) EZ/ZZ insgesamt:

$$H = \frac{0,28 - (-0,41)}{1 - (-0,41)} = 0,49$$

=====

b) männliche EZ-/ZZ-Paare:

$$H = \frac{0,49 - (-0,73)}{1 - (-0,73)} = 0,71$$

=====

c) weibliche EZ-/ZZ-Paare:

$$H = \frac{-0,18 - (-0,24)}{1 - (-0,24)} = 0,05$$

=====

Die Heritabilität ist insgesamt höher als beim Vergleich der homologen Finger (vgl. Abschnitt 3.2.1.2.3.) und erreicht für das gesamte Kollektiv 0,49, wobei die männlichen Paare mit 0,73 weit höher liegen als die weiblichen mit 0,05.

3.2.2. Hautleistenzahlen

3.2.2.1. Individueller Quantitativer Wert

Der Individuelle Quantitative Wert (IQW) lag bei dem Gesamtkollektiv (EZ + ZZ) bei 13,51 ($\sigma = 4,73$). Die Werte für die einzelnen Unterkollektive ergeben sich aus Tabelle 13.

Tabelle 13 :

Mittelwert ($\bar{X}$) und Standardabweichung (σ) des IQW bei einzelnen Unterkollektiven

	männl.EZ (n = 44)	weibl.EZ (n = 40)	männl.ZZ (n = 22)	weibl.ZZ (n = 26)
$\bar{X}$	13,18	13,15	13,68	14,50
σ	4,64	4,70	5,07	4,79

In den Abbildungen 3 und 4 wird die Verteilung des IQW bei EZ und ZZ sowie bei männlichen und weiblichen Probanden dargestellt.

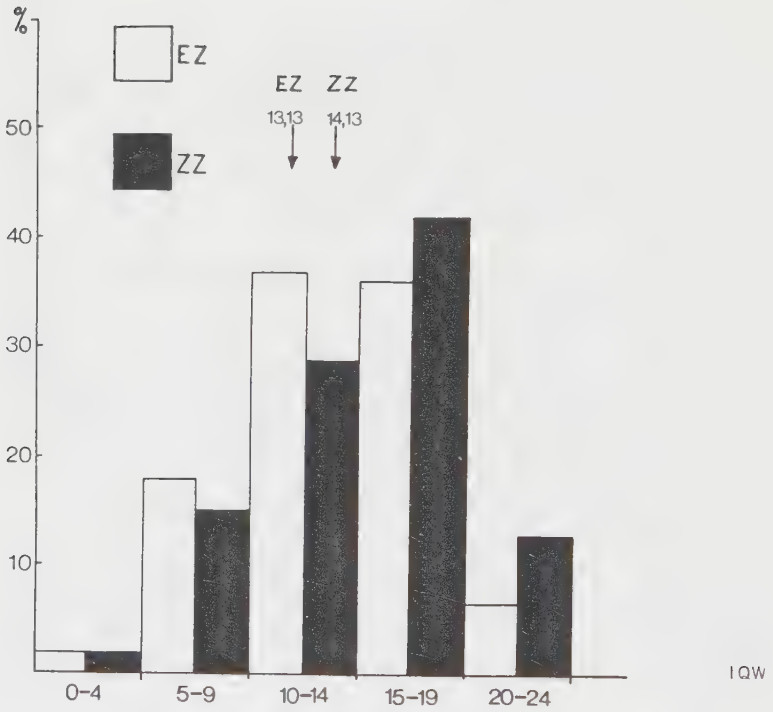


Abb. 3 : Verteilung des IQW bei 84 EZ und 48 ZZ.

Bei der Betrachtung der Werte aller männlichen, bzw. weiblichen Probanden (vgl. Abb.3) lagen die Frauen mit 13,68 ($\sigma = 4,75$) im Bereich der Durchschnittsbevölkerung, während die Männer mit 13,35 ($\sigma = 4,75$) deutlich niedriger lagen. Der bekannte Geschlechtsunterschied mit höheren Werten im männlichen Geschlecht fällt somit im eigenen Kollektiv nicht auf.

Beide Verteilungen sind links-schief und entsprechen keiner Normalverteilung. Diesen Sachverhalt hatten schon LAMY (1957) und HOLT (1953) betont.

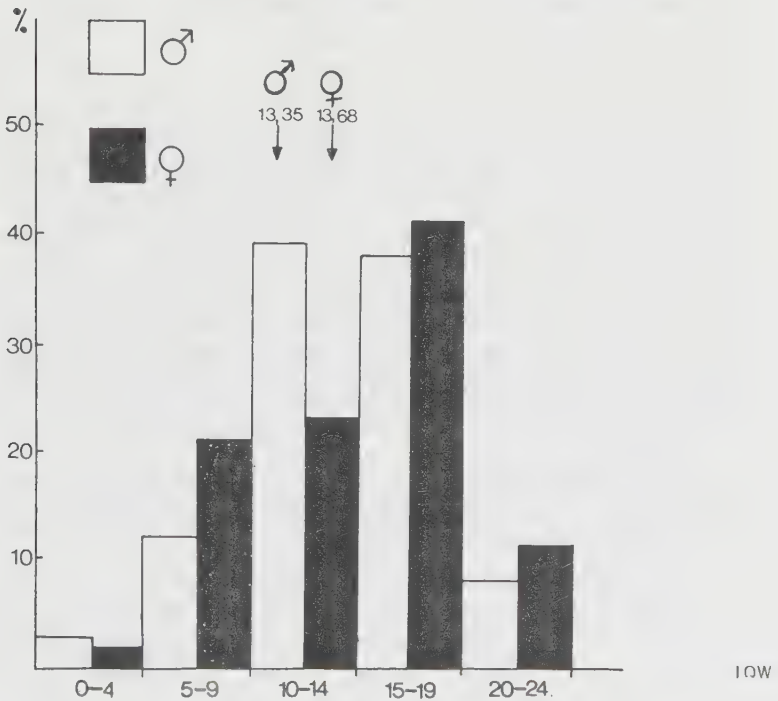


Abb. 4 : Verteilung des IQW bei 66 männlichen bzw. weiblichen Probanden

3.2.2.2. Seitenunterschiede der Hautleistenzahlen

Die Gesamtleistenzahlen jeweils der rechten und linken Hand bei den einzelnen Probanden sind in Tab. 2 im Anhang aufgeführt.

3.2.2.2.1. Gesamtsumme rechte und linke Hand

Die Mittelwerte für die Gesamtsummen der rechten und linken Hand sowie die Standardabweichungen sind aus Tab. 14 ersichtlich. Zusätzlich wurden die Korrelationen zwischen den Hautleistenzahlen der rechten und linken Hand errechnet.

Tabelle 14 :

Mittelwerte, Standardabweichung, Korrelationen für die Gesamtsumme der rechten (R) und linken (L) Hand bei 44 männl.EZ, 40 weibl. EZ, 22 männl. ZZ, 26 weibl.ZZ

	$\bar{X}_R$	σ_R	$\bar{X}_L$	σ_L	A	b	r
EZ m	66,8	22,6	64,2	24,5	-1,84	0,99	0,913
EZ w	65,8	24,8	65,5	22,9	8,45	0,87	0,938
EZ ges.	66,3	23,5	64,8	23,6	3,46	0,93	0,921
ZZ m	67,6	25,7	67,5	25,8	7,53	0,89	0,883
ZZ w	72,8	24,6	72,4	23,3	7,76	0,89	0,938
ZZ ges.	70,5	25,0	70,13	24,3	7,7	0,89	0,906

- $(\bar{X})$ = Mittelwert
 σ = Standardabweichung
A = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse
b = Steigung der Regressionsgeraden
r = Korrelationskoeffizient)

Die Mittelwerte der rechten Hand sind in allen Unterkollektiven höher als die der linken Hand. Diesen Seitenunterschied hatten auch LAMY (1957) und HOLT (1953) beschrieben; die Unterschiede sind jedoch in der eigenen Untersuchung geringer.

Bei der Betrachtung der männlichen bzw. weiblichen Probanden insgesamt ergaben sich folgende Mittelwerte:

männliche Zwillinge	$RC_R :$	$\bar{X} = 67,1$
		$\sigma = 23,5$
	$RC_L :$	$\bar{X} = 62,3$
		$\sigma = 24,8$
weibliche Zwillinge	$RC_R :$	$\bar{X} = 68,5$
		$\sigma = 24,8$
	$RC_L :$	$\bar{X} = 68,2$
		$\sigma = 23,2$

Insgesamt zeigen die männlichen Zwillinge deutlich höhere Werte rechts, während die weiblichen Zwillinge, deren Mittelwerte für den RC_R und RC_L insgesamt etwas höher liegen, keine größeren Seitendifferenzen aufweisen.

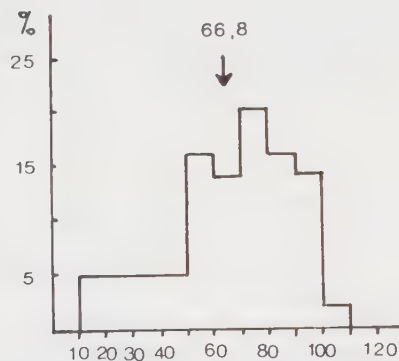
Die Korrelationskoeffizienten für die Korrelationen zwischen rechter und linker Hand sind hoch, sie reichen von 0,883 für die männlichen ZZ bis 0,938 für die weiblichen Zwillinge (EZ u. ZZ). Insgesamt sind sie bei den EZ geringfügig höher (0,921) als bei den ZZ (0,909).

Diese Befunde entsprechen denen von NEWMAN (1930), der für je 50 EZ- und ZZ-Paare Korrelationen von 0,93 fand.

Wie die Abbildung 5 zeigt, entsprechen die unimanualen Verteilungskurven für alle Unterkollektive ebenso wie die Verteilung des IQW nicht der Gauß'schen Normalverteilung.

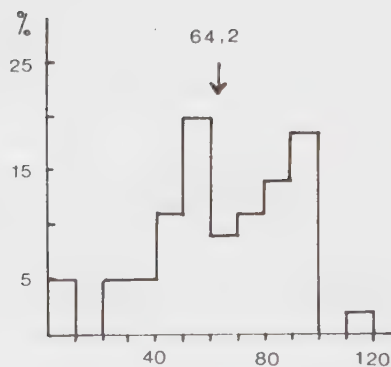
Abb. 5 : Unimanuelle Verteilungskurven der quantitativen
Werte der Fingerbeerenmuster rechts bzw. links bei
den verschiedenen Unterkollektiven. Der Pfeil gibt den
jeweiligen Mittelwert an.

a: 44 männl.EZ



rechts

RC_R

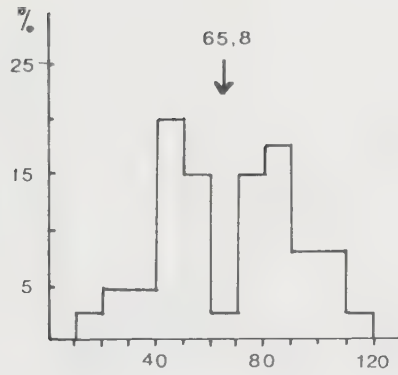


links

RC_L

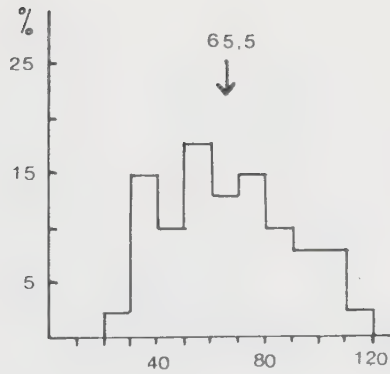
Fortsetzung Abb. 5 :

b: 40 weibl. EZ



rechts

RC_R

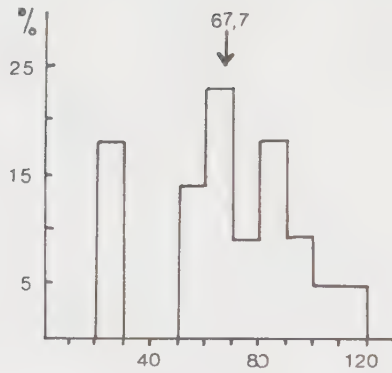


links

RC_L

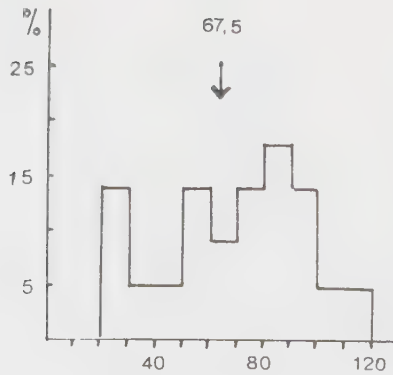
Fortsetzung Abb. 5 :

c: 22 männl.ZZ



rechts

RC_R

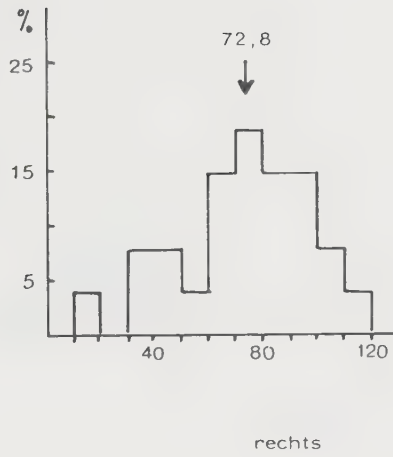


links

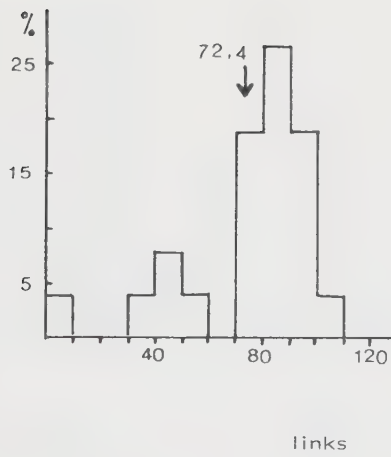
RC_L

Fortsetzung Abb. 5 :

d: 26 weibl. ZZ



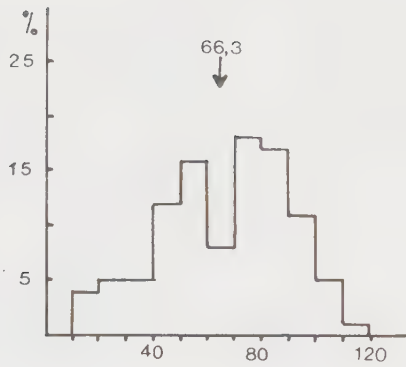
RC_R



RC_L

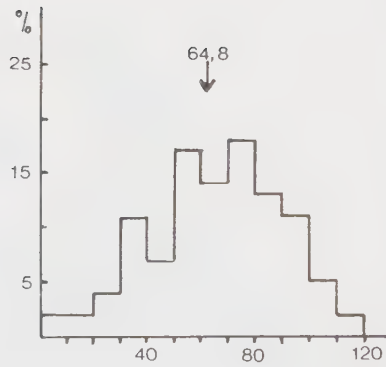
Fortsetzung Abb. 5 :

e: 84 EZ



rechts

RC_R

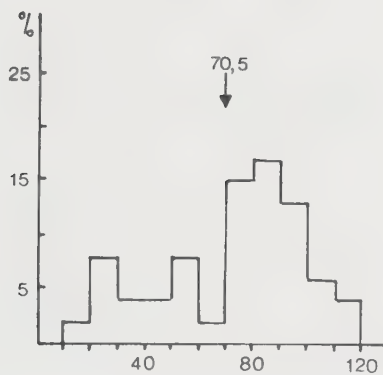


links

RC_L

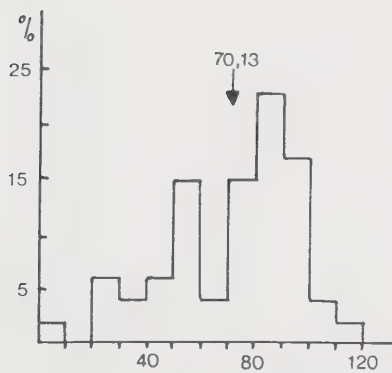
Fortsetzung Abb. 5 :

f: 48 ZZ



rechts

RC_R

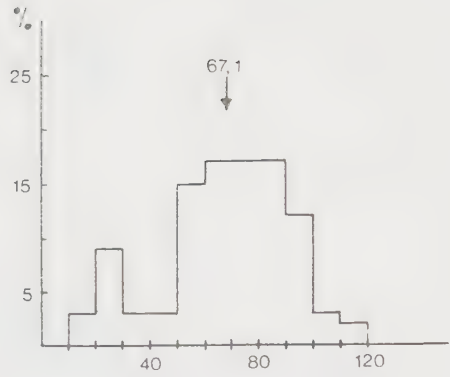


links

RC_L

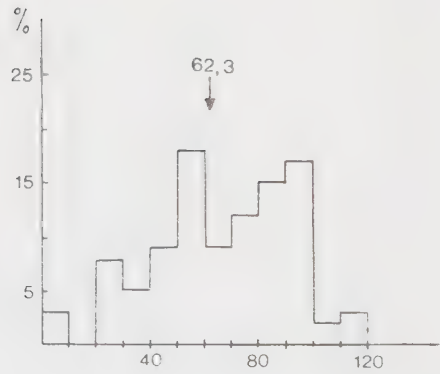
Fortsetzung Abb. 5 :

g: 66 männl.Zwillinge



rechts

RC_R

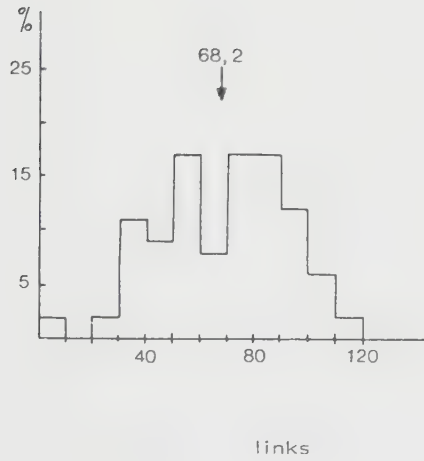
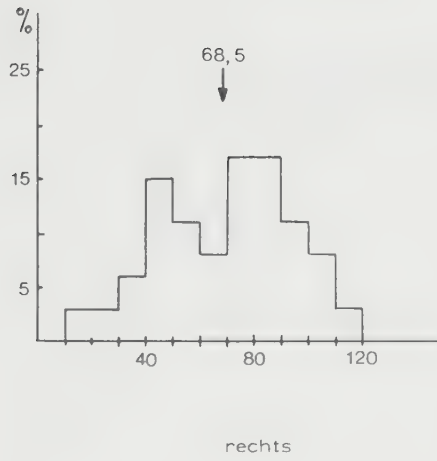


links

RC_L

Fortsetzung Abb. 5 :

h: 66 weibl. Zwillinge



3.2.2.2.2. Individuelle Seitendifferenz der Probanden

Aus der Tabelle 15 geht die individuelle Seitendifferenz jedes Probanden, aufgeschlüsselt für die Unterkollektive, hervor.

Tabelle 15 :

Individuelle Seitendifferenz der Hautleistenzahlen bei 66
Zwillingspaaren, aufgeschlüsselt nach Unterkollektiven

Lfd. Nr.	EZ männlich		Lfd. Nr.		
	individuelle Seitendifferenz R - L			individuelle Seitendifferenz R - L	
5	+	14	75	+	8
6	+	5	76	+	21
7	-	1	77	-	1
8	+	1	78	+	15
9	+	17	85	+	4
10	+	1	86	+	26
11	-	1	87	-	21
12	+	2	88	+	19
15	+	13	99	-	1
16	+	1	100		0
19	-	12	103	+	9
20	-	10	104	+	5
23	-	2	105	-	5
24	-	6	106	+	4
37	-	2	113	+	7
38	-	4	114	+	17
43	-	18	117	-	4
44		0	118	+	8
63	+	14	121	+	1
64	+	6	122	-	3
69	+	9	125	+	7
70	+	6	126	+	9

Tabelle 15 (Fortsetzung) :

EZ weiblich					
Lfd. Nr.	individuelle Seitendifferenz R - L		Lfd. Nr.	individuelle Seitendifferenz R - L	
13	-	5	53	+	2
14	+	9	54	+	2
21	+	3	55	-	3
22	+	1	56	-	6
25	-	11	59	+	4
26	+	6	60	+	8
27	+	16	65	+	4
28	-	10	66	-	1
31	-	7	81	-	22
32	-	10	82	-	7
35	-	13	89	-	2
36	-	8	90	+	8
39	+	12	95	-	3
40	+	13	96	+	4
45	-	13	101	+	6
46	+	13	102	+	9
47	+	7	107	+	10
48	-	2	108		0
49	-	7	109	-	3
50	-	4	110	+	8

Tabelle 15 (Fortsetzung):

ZZ männlich			
Lfd. Nr.	individuelle Seitendifferenz R - L	Lfd. Nr.	individuelle Seitendifferenz R - L
3	- 20	91	+ 12
4	- 15	92	+ 16
17	- 3	93	+ 7
18	- 3	94	+ 3
33	- 4	119	- 9
34	+ 3	120	- 15
57	- 5	123	+ 12
58	+ 10	124	+ 25
61	+ 5	129	+ 11
62	+ 4	130	- 27
83	+ 1		
84	- 5		

Tabelle 15 (Fortsetzung):

ZZ weiblich					
Lfd. Nr.	individuelle Seitendifferenz R - L		Lfd. Nr.	individuelle Seitendifferenz R - L	
1	+	1	79	-	2
2	+	7	80	-	15
29	+	13	97	+	16
30	+	5	98	-	5
41	+	8	111		0
42	+	1	112	-	10
51	-	5	115	+	14
52	+	7	116	-	2
67	+	14	127	-	7
68	-	3	128	+	3
71	-	1	131	-	3
72	-	12	132	-	14
73		0			
74	-	1			

Tabelle 16 stellt die Häufigkeit der verschiedenen Seitendifferenzen zwischen den Hautleistenzahlen der rechten und linken Hand dar, differenziert nach positiver, negativer und fehlender Differenz.

Tabelle 16 :

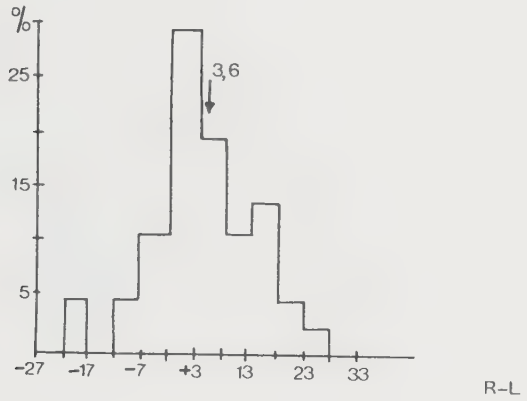
Häufigkeit positiver ($R \succ L$), negativer ($R \prec L$) und fehlender ($R = L$) Seitendifferenz bei 66 gleichgeschlechtlichen Zwillingspaaren, differenziert nach sämtlichen Unterkollektiven

	$R \succ L$	$R = L$	$R \prec L$
EZ männl. (n=44)	27 = 61,4 %	2 = 4,5 %	15 = 34,1 %
EZ weibl. (n=40)	20 = 50,0 %	1 = 2,5 %	19 = 47,5 %
EZ ges. (n=84)	47 = 56,0 %	3 = 3,6 %	34 = 40,5 %
ZZ männl. (n=22)	12 = 54,5 %	0	10 = 45,5 %
ZZ weibl. (n=26)	11 = 42,3 %	2 = 7,7 %	13 = 50,0 %
ZZ ges. (n=48)	23 = 47,9 %	2 = 4,2 %	26 = 5,4 %
männl.ges. (n=66)	39 = 59,1 %	2 = 3,0 %	25 = 37,9 %
weibl. ges. (n=66)	31 = 47,0 %	4 = 6,0 %	32 = 48,5 %
Total	70 = 53,0 %	6 = 4,5 %	57 = 43,2 %

Die männlichen Probanden zeigen häufiger eine positive Seitendifferenz der Hautleistenzahlen ($R \succ L$) als die weiblichen; insgesamt jedoch tritt die positive Differenz in den eigenen Untersuchungen (53 % $R \succ L$) in geringerem Maße auf als bei HOLT (1953; $R \succ L$ 64,98 %).

Abb. 6 : Verteilung der individuellen Seitendifferenzen der
Hautleistenzahlen bei den verschiedenen Unterkollektiven

a: 44 männl. EZ

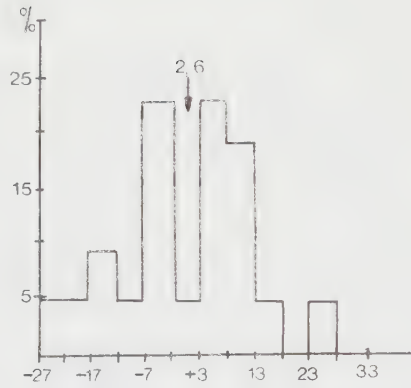


b: 40 weibl. EZ



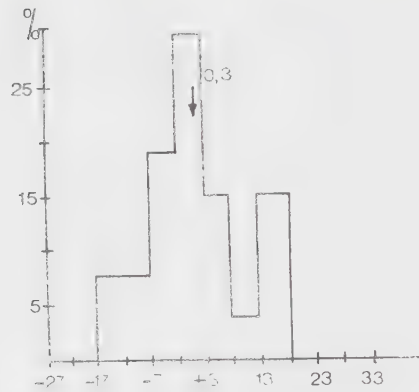
Fortsetzung Abb. 6 :

c: 22 männl. ZZ



R-L

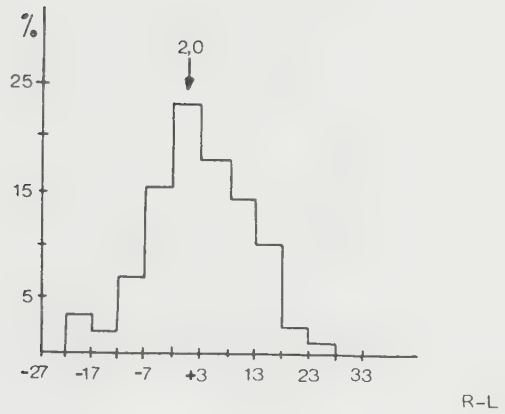
d: 26 weibl. ZZ



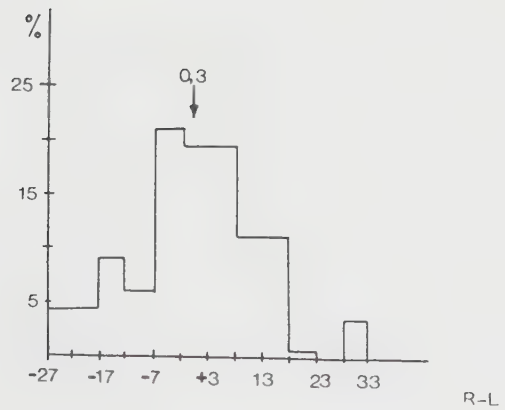
R-L

Fortsetzung Abb. 6 :

e: 84 EZ

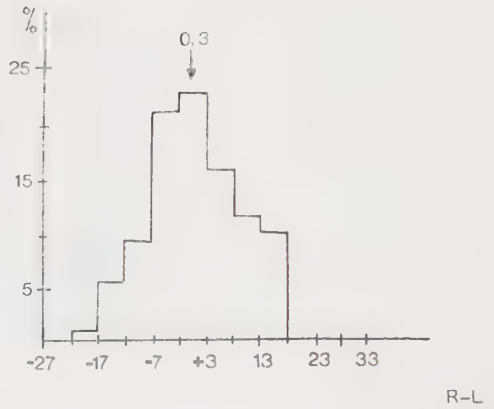


f: 48 ZZ

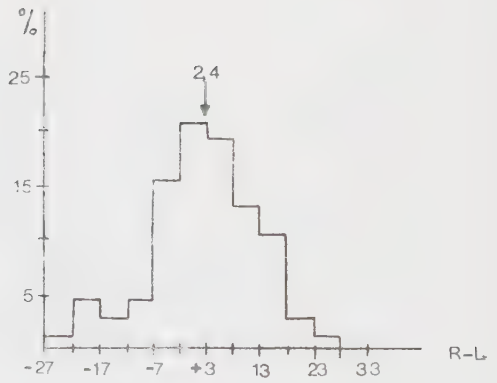


Fortsetzung Abb. 6 :

g: 66 männl. Zwillinge



h: 66 weibl. Zwillinge



Die Verteilungskurven der individuellen Seitendifferenzen (Abbildung 6) entsprechen ebenfalls nicht der Normalverteilung, sind aber dieser etwas angenäherter als die für den IQW bzw. für die Gesamtsumme rechte und linke Hand.

Die Verteilungen der R-L-Differenz sind bei EZ und ZZ ähnlich.

Anders als bei HOLT liegt der Mittelwert der individuellen Seitendifferenzen (siehe Tabelle 17) bei den weiblichen Zwillingen niedriger als bei den männlichen und bei den EZ insgesamt höher als bei den ZZ-Paaren. Die Standardabweichungen sind bei diesem Vergleich erheblich. Hinweise für echte Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen sind aus diesen Werten nicht abzuleiten.

Tabelle 17 :

Mittelwert und Standardabweichung der individuellen Seitendifferenz der Hautleistenzahlen bei 66 Zwillingspaaren, aufgeschlüsselt in Unterkollektive

	$\bar{x}$	σ
EZ männl.	3,6	9,7
EZ weibl.	- 0,4	9,2
ZZ männl.	2,6	12,1
ZZ weibl.	0,3	8,5
EZ gesamt	2,0	9,3
ZZ gesamt	0,3	10,4
männl. gesamt	2,4	10,7
weibl. gesamt	0,3	8,5

3.2.2.2.3. Intra-Paar-Differenz

Die Intra-Paar-Differenz jedes Zwillingspaares bezüglich der Seitenunterschiede der Hautleistenzahlen geht aus Tabelle 18 hervor.

Tabelle 18 :

Intra-Paar-Differenz der Seitenunterschiede bei den einzelnen Unterkollektiven

a: 22 männliche EZ Paare

b: 20 weibliche EZ-Paare

Lfd.Nr.	IPD
5/ 6	9
7/ 8	2
9/ 10	16
11/ 12	3
15/ 16	12
19/ 20	2
23/ 24	4
37/ 38	2
43/ 44	18
63/ 64	8
69/ 70	3
75/ 76	13
77/ 78	16
85/ 86	22
87/ 88	40
99/ 100	1
103/ 104	4
105/ 106	9
113/ 114	10
117/ 118	12
121/ 122	4
125/ 126	2
	$\bar{X} = 9,64$ $\sigma = 9,11$

Lfd.Nr.	IPD
13/ 14	14
21/ 22	2
25/ 26	17
27/ 28	26
31/ 32	3
35/ 36	5
39/ 40	1
45/ 46	26
47/ 48	9
49/ 50	3
53/ 54	0
55/ 56	3
59/ 60	4
65/ 66	5
81/ 82	15
89/ 90	10
95/ 96	7
101/ 102	3
107/ 108	10
109/ 110	11
	$\bar{X} = 8,7$ $\sigma = 7,63$

Fortsetzung: Tabelle 18 : _____

c: 11 männliche ZZ-Paare

Lfd.Nr.	IPD
3/ 4	5
17/ 18	0
33/ 34	7
57/ 58	15
61/ 62	1
83/ 84	6
91/ 92	4
93/ 94	4
119/ 120	6
123/ 124	13
129/ 130	38
	$\bar{X} = 9,0$ $\sigma = 10,61$

d: 13 weibliche ZZ-Paare

Lfd.Nr.	IPD
1/ 2	6
29/ 30	8
41/ 42	7
51/ 52	12
67/ 68	17
71/ 72	11
73/ 74	1
79/ 80	13
97/ 98	21
111/ 112	10
115/ 116	16
127/ 128	10
131/ 132	11
	$\bar{X} = 11,0$ $\sigma = 5,15$

Tabelle 19 zeigt die durchschnittlichen Intra-Paar-Differenzen ($\bar{X}$) und deren Streubreite (σ) bei den einzelnen Unterkollektiven.

Tabelle 19 :

Durchschnittliche Intra-Paar-Differenz der Seitenunterschiede bezüglich der Hautleistenzahlen bei 66 Zwillingspaaren, aufgliedert nach Geschlecht und Eiigkeit:

		$\bar{X}$	σ
EZ männl.	(n=22)	9,64	9,11
EZ weibl.	(n=20)	8,70	7,63
EZ gesamt	(n=42)	9,19	8,35
ZZ männl.	(n=11)	9,0	10,61
ZZ weibl.	(n=13)	11,0	5,15
ZZ gesamt	(n=24)	10,08	7,99
männl. Paare	(n=33)	9,42	9,47
weibl. Paare	(n=33)	9,61	6,77

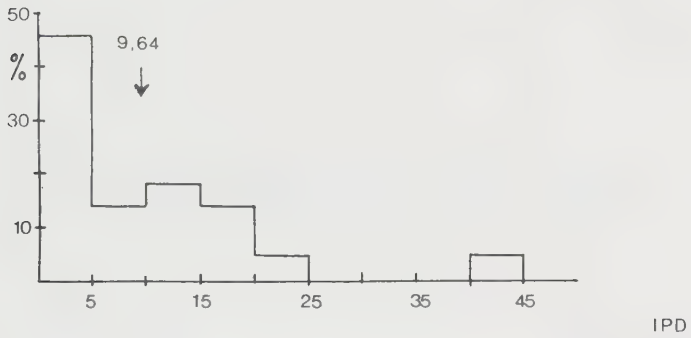
Die durchschnittliche Intra-Paar-Differenz ist bei den EZ-Paaren geringfügig kleiner als bei den ZZ-Paaren, bei den männlichen und weiblichen Zwillingspaaren ist sie nahezu gleich.

Auch hier sind die Standardabweichungen sehr hoch, und die Gruppenunterschiede können als zufallsbedingt angesehen werden.

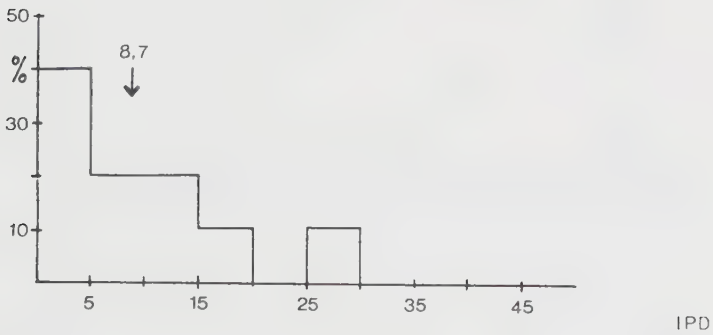
In Abb. 7 wird die Verteilung der Intra-Paar-Differenzen der Seitenunterschiede bei den verschiedenen Unterkollektiven graphisch dargestellt.

Abb. 7 :

Verteilung der Intra-Paar-Differenzen der Seitenunterschiede
bei den verschiedenen Unterkollektiven

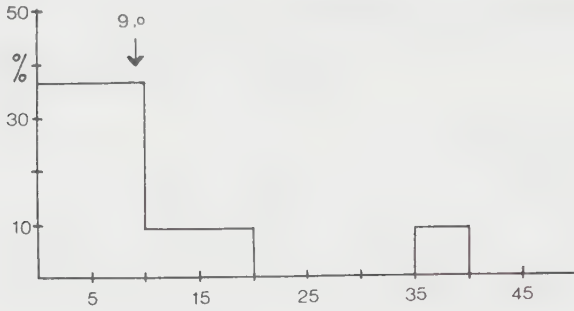


a: 22 männl. EZ-Paare



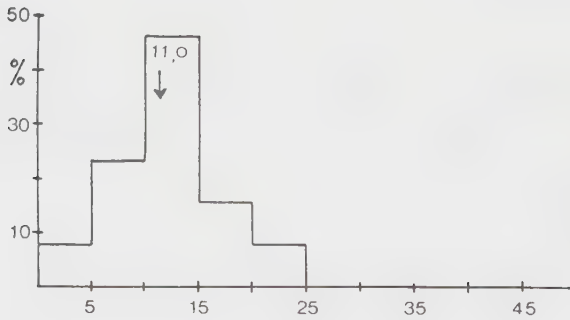
b: 20 weibl. EZ-Paare

Fortsetzung Abb. 7 :



IPD

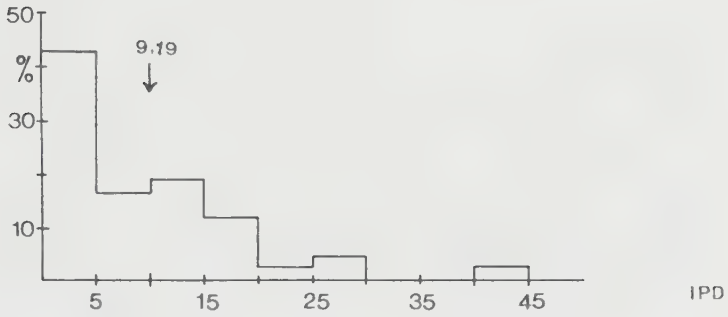
c: 11 männl. ZZ-Paare



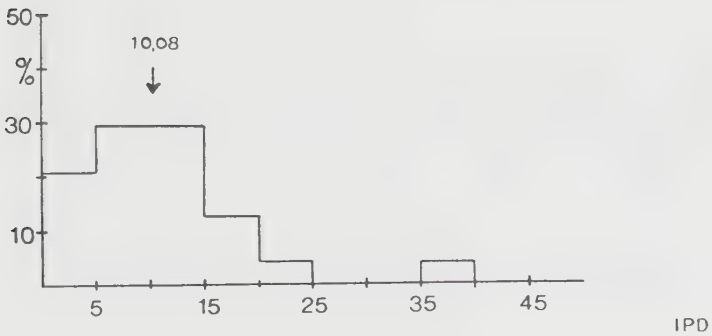
IPD

d: 13 weibl. ZZ-Paare

Fortsetzung Abb. 7 :



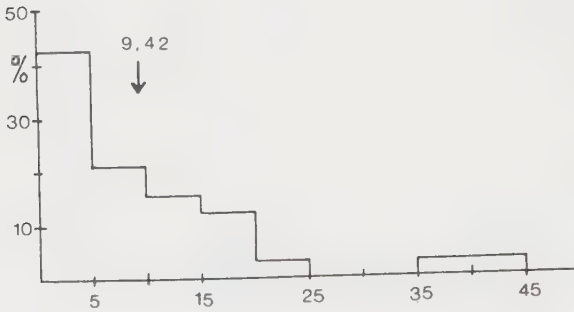
e: 42 EZ-Paare gesamt



f: 24 ZZ-Paare gesamt

Fortsetzung Abb. 7 :

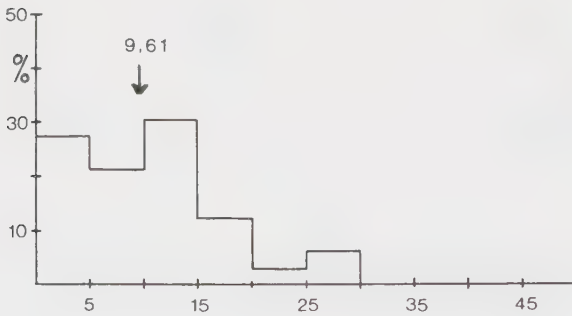
relative Häufigkeit



IPD

g: 33 männl. Paare

relative Häufigkeit



IPD

h: 33 weibl. Paare

3.2.2.2.4. Intra-Paar-Korrelation

In Tabelle 20 werden die Intra-Paar-Korrelationen zu den individuellen Seitendifferenzen der Hautleistenzahlen für alle Kollektive dargestellt.

Tabelle 20 :

Intra-Paar-Korrelationen zu den individuellen Seitendifferenzen der Hautleistenzahlen bei 42 EZ- und 24 ZZ-Paaren

	A	b	r
EZ männlich	5,43	0,10	0,11
EZ weiblich	1,76	0,09	0,11
EZ gesamt	3,68	0,12	0,14
ZZ männlich	- 0,75	0,61	0,41
ZZ weiblich	- 3,48	0,12	0,11
ZZ gesamt	- 2,62	0,36	0,28

(A = Schnittpunkt der Regressionsgeraden mit der y-Achse
b = Steigung der Regressionsgeraden
r = Korrelationskoeffizient)

Die Korrelationskoeffizienten sind für alle Unterkollektive niedrig, mit Ausnahme der männlichen ZZ-Paare, bei denen mit 0,41 eine schwache bis mittelstarke positive Korrelation vorhanden ist, so daß die ZZ-Paare insgesamt eine schwache positive Korrelation ($r = 0,28$) aufweisen.

Diese Ergebnisse sind insofern unterschiedlich zu denen von HOLT (1953), die sowohl für EZ-Paare ($r = -0,07$) als auch für ZZ-Paare ($r = -0,08$) keine vorhandene Korrelation fand.

3.2.2.2.5. Heritabilität

Die aus den Intra-Paar-Korrelationen bei den Seitendifferenzen der Hautleistenzahlen errechneten Werte für die Heritabilität sind aus Tabelle 21 ersichtlich.

Tabelle 21 :

Heritabilitätswerte für die Seitendifferenzen der Hautleistenzahlen

Gesamtkollektiv:

$$H = \frac{0,14 - 0,28}{1 - 0,28} = - 0,19 \\ \text{=====}$$

männl. Zwillinge:

$$H = \frac{0,11 - 0,41}{1 - 0,41} = - 0,51 \\ \text{=====}$$

weibl. Zwillinge:

$$H = \frac{0,11 - 0,14}{1 - 0,14} = - 0,03 \\ \text{=====}$$

Die Heritabilitätswerte sind sämtlich negativ, sie betragen für den Vergleich männlicher Zwillinge - 0,51, für den der weiblichen - 0,03, insgesamt für den EZ/ZZ-Vergleich - 0,19. Damit ist festzustellen, daß ebenso wie bei den Seitenunterschieden der Bemusterung auch für das Ausmaß der Hautleistenzahlen keine wesentliche Mitbeteiligung genetischer Faktoren aufgenommen werden darf. Demnach müssen diese Seitendifferenzen im wesentlichen durch früh intrauterin wirksam werdende Umweltfaktoren bedingt sein.

4. DISKUSSION

Bei der vorliegenden Untersuchung ging es darum, die bekannten Rechts-Links-Unterschiede des Hautleistensystems der Fingerbeeren auf das Ausmaß genetischer (Mit-) Verursachung zu untersuchen. Dabei wurde die Zwillingsmethode verwendet, die auf dem Vergleich eineiiger, d.h. genetisch identischer, mit zweieiigen Zwillingspaaren beruht, wobei letztere im Mittel die Hälfte des elterlichen Erbguts gemeinsam haben. Größere Übereinstimmungen bei eineiigen Paaren wären als Indiz für die Mitbeteiligung genetischer Faktoren zu werten. Als statistisches Maß für den Anteil der genetischen Verursachung von Unterschieden zwischen Zwillings-Paarlingen wurde die Heritabilität errechnet. Tabelle 22 gibt einen Überblick über diese Werte für verschiedene Seitigkeitsmerkmale und bei den verschiedenen Unterkollektiven.

Tabelle 22:

Heritabilitätswerte für Seitendifferenzen im Hautleistensystem der Fingerbeeren

Merkmal	männlich	weiblich	gesamt
Muster homologer Finger	0,43	- 0,01	0,27
Musterhäufigkeiten rechts - links	0,71	0,05	0,49
Gesamtleistenzahl rechts - links	- 0,51	- 0,03	- 0,19

Dabei ergeben sich lediglich bei den männlichen Paarlingen höhere Werte, die zwar für die Seitendifferenzen der Bemusterung erwartungsgemäß positiv sind, für die Differenzen der Leistenzahlen jedoch infolge größerer Ähnlichkeit bei den ZZ-Paaren negativ. Wegen der relativ kleinen Kollektive läßt sich hier ein zufälliger Zusammenhang ohne echte biologische Basis nicht ausschließen. Bei den weiblichen Paaren ergaben sich keinerlei erkennbare Tendenzen. Insgesamt ist somit festzustellen, daß genetische Faktoren bei den Seitenunterschieden des Hautleistenbereichs der Fingerbeeren keine oder nur eine geringe Rolle spielen. Damit werden die Befunde, die HOLT (1953) für die Seitenunterschiede der Leistenzahl erhob, bestätigt.

Nach diesen Befunden ist anzunehmen, daß diese Seitenunterschiede im wesentlichen im Rahmen der gesamten Seitigkeitsdetermination festgelegt werden. Dabei wird davon ausgegangen, daß diese zwar genetisch bedingt, aber bei den eineiigen wie bei den zweieiigen Paarlingen gleich war, da Probanden mit Situs inversus in den gesamten Zwillingskollektiven nicht aufgetreten waren. Aufgrund der vorliegenden Daten ist zu vermuten, daß außer dieser einmaligen, frühembryonalen Seitigkeitszuordnung keine weiteren modifizierenden Gene eine zusätzliche Rolle spielen, daß vielmehr die Unterschiede der Seitendifferenzen im wesentlichen durch exogene Faktoren bedingt sein müssen, über deren Natur jedoch nichts bekannt ist. Man weiß lediglich, daß derartige Faktoren bereits zum Zeitpunkt der Hautleistenentstehung, d.h. im zweiten und dritten Embryonalmonat wirksam sein müssen.

Interessant wäre in diesem Zusammenhang die Untersuchung von Probanden mit Situs inversus. Wenn die These stimmt, daß die Hautleistenseitigkeit ein Aspekt der gesamten viszeralen Seitigkeit ist, müßten bei diesem Personenkreis die Seitigkeitsverhältnisse im Hautleistensystem ebenfalls invertiert sein. Systematische Untersuchungen hierzu liegen bisher jedoch nicht vor.

5. ZUSAMMENFASSUNG

1. 66 gleichgeschlechtliche Zwillingspaare von Nürnberger Schulen wurden hinsichtlich der Seitendifferenzen im Hautleistensystem der Fingerbeeren qualitativ und quantitativ untersucht. Es handelte sich um 42 EZ-Paare (22 männliche, 20 weibliche) und 24 ZZ-Paare (11 männliche, 13 weibliche).
2. Die Musterhäufigkeiten des Gesamtkollektivs, nämlich 28,8 % Wirbel, 63,2 % ulnare und 4,5 % radiale Schleifen sowie 3,6 % Bögen, entsprachen den Verteilungen der Fränkischen Durchschnittsbevölkerung.
3. Die bekannten Seitenunterschiede der Fingerbeerenmusterung mit einem rechtsseitigen Überwiegen von Wirbeln auf Kosten der Schleifen fanden sich im wesentlichen bei den EZ-Paaren, in weit geringerem Maße bei den ZZ-Paaren. Bei männlichen Probanden waren die Seitenunterschiede größer als bei weiblichen.
4. Beim Vergleich der Intra-Paar-Relationen der Seitendifferenzen ergaben sich zwischen den EZ- und ZZ-Paaren keine auffälligen Unterschiede. Die Intra-Paar-Korrelation lag bei den EZ-Paaren bei 0,1, bei den ZZ-Paaren bei - 0,24. Die Heritabilität betrug 0,27.
5. Der individuelle quantitative Wert (IQW) lag bei den weiblichen Probanden mit 13,68 im Bereich der Durchschnittsbevölkerung, während die männlichen Probanden mit 13,35 auffällig unter dem geschlechtsspezifischen Durchschnittswert der Normalbevölkerung (bei 14,5) lagen.

6. Beim Vergleich der Seitenunterschiede für den quantitativen Wert ergaben sich rechts etwas höhere Werte als links (EZ: 66,3 bzw. 64,8; ZZ: 70,5 bzw. 70,1).
7. Beim Vergleich der Seitenunterschiede für den quantitativen Wert ergab sich für EZ-Paare eine Korrelation von 0,14, für ZZ-Paare von 0,28. Daraus errechnet sich eine Heritabilität von - 0,19.
8. Insgesamt ergaben sich bei der vorliegenden Untersuchung keine Hinweise für eine wesentliche Mitbeteiligung genetischer Faktoren bei der Ausprägung der Seitenunterschiede im Hautleistenbereich der Fingerbeeren. Es wird daher vermutet, daß diese Asymmetrie im Rahmen des frühembryonalen Lateralisationsprozesses mit determiniert wird, der im vorliegenden Kollektiv bei allen Probanden gleich war. Weitere Aufschlüsse könnte die Untersuchung von Patienten mit Situs inversus bringen.

6. LITERATUR

- 1 AFZELIUS, B.A.: A Human Syndrome Caused by Immotile Cilia. Science 193, 317 - 319 (1976)
- 2 BONNEVIE, K. : Studies on Papillary Patterns of Human Fingers. J. Genetics 15, 1 - 111 (1925)
- 3 CUMMINS, H. und MIDLO, C. : Finger Prints, Palms and Soles, An Introduction to Dermatoglyphics. Dover Publications Inc., New York (1961)
- 4 HOLT, S.B. : Genetics of Dermal Ridges: Inheritance of Total Finger Ridge Count. Ann. Eugen. London 17, 140 - 161 (1952)
- 5 HOLT, S.B. : Genetics of Dermal Ridges: Bilateral Asymmetry in Finger Ridge Counts. Ann. Hum. Genet. 18, 211 - 231 (1963-54)
- 6 HOLT, S.B. : The Genetics of Dermal Ridges. Charles C. Thomas, Springfield/Illinois (1968)
- 7 IMMICH, H. : Medizinische Statistik, Schattauer-Verlag, Stuttgart, New York (1974)
- 8 LAMY, M., FRÉZAL, J. de GROUCHY, J. und KELLEY, J. : Le Nombre de Dermatoglyphes dans un Echantillon de Jumeaux. Ann. Hum. Genet. 21, 374 - 396 (1956 - 57)
- 9 LÖEFFLER, L. : Papillarleisten und Hautfurchensystem. In: P.E. BECKER: Humangenetik, ein kurzes Handbuch in 5 Bänden, Bd. 1/2 G.Thieme, Stuttgart, 205 - 408 (1969)
- 10 LOESCH, D., SWIATKOWSKA, Z. : Topologically Significant Dermatoglyphic Patterns in Twins. Acta Genet. Med. Gemellol. 26, 247 - 258 (1977)
- 11 LOESCH, D. SWIATKOWSKA, Z. : Dermatoglyphic Total Patterns on Palms, Fingerprints and Soles in Twins. Annals of Human Biol. 5, 409 - 421 (1978)

- 12 LOESCH, D. : Genetical Studies of the Palmar and Sole Patterns and some Dermatoglyphic Measurements in Twins. Acta Genet. Med.Gemellol.26, 37 - 53 (1979)
- 13 NEWMAN, H.H. : The Finger-Prints of Zwins.J. Genet 23, 415 - 466 (1930)
- 14 PENROSE, L.S. : Memorandum on Dermatoglyphic Nomenclature. Birth Defects: Original Article Series. Vol. IV No. (June 1968)
- 15 PLATO, C.C., : Dermatoglyphic Investigations in Twins and
SCHWARTZ, J.T., Siblings. Acta Genet. Med.Gemellol. (Roma) 25,
WERTELECKI, W. : 167 - 173 (1976)
- 16 PRAGER, H. : Das Hautleistensystem bei 200 Fränkinnen.
Diss. Erlangen (1970)
- 17 REED, T., SPRAGUE, Genetic Analysis of Dermatoglyphic Patterns
F.R., KANG, K.W., in Twins. Human Heredity 25, 263 - 275 (1975)
NANCE, W.E. und
CHRISTIAN, J.C. :
- 18 ROTT, H.-D. : Kartagener`s Syndrome and the Syndrome of
Immotile Cilia. Hum. Genet.46, 249 - 261
(1979)
- 19 SIEMENS, H. W. : Die Leistungsfähigkeit der Zwillingspatholo-
gischen Arbeitsmethode.
Z. Induktive Abstammungs- und Vererbungs-
lehre 33, 348 (1924)
- 20 SLATER, E. & Psychotic and Neurotic Illnesses in Twins.
SHIELDS, J. : M.R.C. Mem. no. 29. H.M.S.O. (1953).

Dokumentation der Papillarmuster und Hautleistenzahlen:

22 männliche EZ-Paare (44 Probanden)

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
5	3a	RH:	U(12-0)	U(10-0)	U(11-0)	U(12-0)	55	96
		LH:	U(8-0)	U(4-0)	U(9-0)	U(8-0)	41	
6	3b	RH:	U(7-0)	R(0-9)	U(15-0)	U(13-0)	54	103
		LH:	U(10-0)	R(0-2)	U(16-0)	U(9-0)	49	
7	4a	RH:	U(10-0)	B	U(8-0)	U(14-0)	50	101
		LH:	U(9-0)	U(2-0)	U(9-0)	U(15-0)	51	
8	4b	RH:	U(10-0)	U(6-0)	U(10-0)	U(15-0)	60	119
		LH:	W(10-12)	U(3-0)	U(13-0)	U(17-0)	59	
9	5a	RH:	W(22-17)	U(17-0)	U(19-0)	W(20-3)	98	179
		LH:	W(24-?)	U(2-0)	U(19-0)	W(19-11)	81	
10	5b	RH:	W(27-16)	U(11-0)	W(16-5)	W(11-8)	82	163
		LH:	W(25-18)	U(16-0)	U(13-0)	U(11-0)	81	
11	6a	RH:	U(7-0)	R(0-9)	B	U(10-0)	26	53
		LH:	U(2-0)	R(0-11)	B	U(4-0)	27	
12	6b	RH:	W(5-11)	B	B	U(14-0)	25	48
		LH:	U(5-0)	R(0-10)	B	U(8-0)	23	
15	8a	RH:	U(26-0)	U(15-0)	U(15-0)	U(16-0)	93	173
		LH:	W(23-20)	R(0-6)	W(20-?)	U(19-0)	80	
16	8b	RH:	U(23-0)	U(14-0)	W(19-14)	U(14-0)	76	151
		LH:	W(23-20)	R(0-5)	W(19-15)	U(15-0)	75	

Fortsetzung: männl.EZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
19	10a	RH: U(19- 0) LH: U(20- 0)	W(12-16) W(17-16)	W(14-10) W(17- 8)	W(15-10) W(18-10)	U(14- 0) U(18- 0)	78 90	168
20	10b	RH: U(14- 0) LH: U(15- 0)	R(0-15) R(0-16)	W(14- 5) U(18- 0)	U(16- 0) W(18- 2)	U(15- 0) U(17- 0)	74 84	158
23	12a	RH: U(23- 0) LH: U(21- 0)	U(5- 0) U(3- 0)	U(11- 0) W(15- 8)	W(14- 7) W(14- 5)	U(16- 0) U(14- 0)	69 67	136
24	12b	RH: U(13- 0) LH: U(18- 0)	U(4- 0) B	U(10- 0) U(11- 0)	U(11- 0) U(12- 0)	U(10- 0) U(13- 0)	48 54	102
37	19a	RH: U(11- 0) LH: U(12- 0)	U(2- 0) U(4- 0)	U(5- 0) U(5- 0)	U(6- 0) U(5- 0)	U(8- 0) U(8- 0)	32 34	66
38	19b	RH: U(13- 0) LH: U(13- 0)	U(3- 0) U(2- 0)	U(5- 0) U(6- 0)	U(6- 0) U(8- 0)	U(6- 0) U(8- 0)	33 37	70
43	22a	RH: W(21-11) LH: U(19- 0)	W(8- 0) W(25- 9)	U(15- 0) U(18- 0)	W(26-16) W(29-17)	U(24- 0) U(21- 0)	94 112	206
44	22b	RH: W(24- 8) LH: U(20- 0)	R(0-13) W(16-10)	U(17- 0) U(17- 0)	W(15- ?) 2. TR fehlt U(21- 0)	U(21- 0) U(16- 0)	90 90	180

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
63	33a	RH: U(11- 0) LH: U(12- 0)	W(10-15) W(17- 9)	W(17-16) W(15-20)	W(16-17) W(21-16)	W(15- 8) U(19- 0)	75 89	164
64	33b	RH: U(6- 0) LH: U(1- 0)	W(10-16) W(1-20)	W(13-22) W(14-17)	W(18-19) W(21-16)	U(18- 0) U(16- 0)	81 75	156
69	36a	RH: W(10-12) LH: U(14- 0)	R(0-18) U(13- 0)	W(9-14) U(14- 0)	W(20- 5) U(17- 0)	U(18- 0) U(15- 0)	82 73	155
70	36b	RH: W(4- 9) LH: B	W(7-11) W(16-12)	W(15- 1) U(13- 0)	W(16-12) U(19- 0)	W(16-13) U(19- 0)	73 67	140
75	39a	RH: U(17- 0) LH: W(14- 7)	U(16- 0) R(0-13)	U(9- 0) U(5- 0)	W(9-13) W(11-10)	W(10-10) W(14- 4)	65 57	122
76	39b	RH: U(16- 0) LH: W(11-12)	W(14- 3) W(9- 1)	U(11- 0) U(5- 0)	W(7-10) W(7-10)	W(10-10) W(15- 9)	61 40	101
77	40a	RH: U(27- 0) LH: U(24- 0)	R(0- 5) U(16- 0)	U(19- 0) U(20- 0)	W(24-22) W(22- 1)	U(19- 0) U(13- 0)	94 95	189
78	40b	RH: U(28- 0) LH: U(23- 0)	U(18- 0) U(13- 0)	W(21- 5) U(21- 0)	W(20-22) W(21- 6)	U(16- 0) U(12- 0)	105 90	195
85	44a	RH: U(24- 0) LH: U(18- 0)	R(0- 2) U(12- 0)	U(6- 0) R(0- 3)	U(16- 0) U(15- 0)	U(14- 0) U(10- 0)	62 58	120
86	44b	RH: U(18- 0) LH: U(17- 0)	U(10- 0) U(1- 0)	U(9- 0) U(5- 0)	U(9- 0) U(12- 0)	U(25- 0) U(10- 0)	71 45	116

Fortsetzung: männl. EZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
87	45a	RH: U(17-0) LH: U(19-0)	B R(0-3)	U(3-0) U(15-0)	W(16-5) U(19-0)	U(16-0) U(17-0)	52 73	125
88	45b	RH: U(21-0) LH: U(21-0)	R(0-11) B	U(10-0) U(10-0)	U(17-0) U(14-0)	U(18-0) U(13-0)	77 58	135
99	52a	RH: U(18-0) LH: U(17-0)	W(14-14) W(5-20)	W(13-1) W(12-1)	W(16-4) U(13-0)	U(17-0) W(17-1)	78 79	157
100	52b	RH: U(17-0) LH: U(16-0)	W(12-18) W(2-21)	W(1-11) U(15-0)	U(18-0) U(14-0)	U(17-0) U(15-0)	81 81	162
103	54a	RH: W(30-17) LH: U(24-0)	R(0-2) U(3-0)	U(1-0) U(0-0)	W(2-12) U(17-0)	U(2-0) U(12-0)	47 56	103
104	54b	RH: W(30-10) LH: U(23-0)	R(0-0) R(0-3)	U(2-0) U(0-0)	W(8-19) W(23-6)	U(5-0) U(2-0)	56 51	107
105	55a	RH: U(16-0) LH: U(12-0)	W(13-11) W(19-17)	W(21-19) U(19-0)	W(24-16) W(26-14)	U(14-0) U(17-0)	88 93	181
106	55b	RH: U(17-0) LH: U(15-0)	W(19-1) W(21-5)	W(20-20) U(19-0)	W(21-14) W(22-11)	W(19-1) U(15-0)	96 92	188
113	60a	RH: U(7-0) LH: B	B B	B B	U(2-0) U(2-0)	U(3-0) U(3-0)	12 5	17
114	60b	RH: U(15-0) LH: B	B B	B B	U(0-0) U(0-0)	U(3-0) U(1-0)	18 1	19

Fortsetzung: männl. EZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
117	62a	RH:	U(14- 0)	R(0- 9)	U(11- 0)	U(11- 0)	57	
		LH:	U(12- 0)	R(0-10)	U(13- 0)	U(13- 0)	61	118
118	62b	RH:	U(20- 0)	R(0- 3)	U(14- 0)	W(8-11)	56	
		LH:	U(12- 0)	U(6- 0)	U(10- 0)	U(12- 0)	48	104
121	64a	RH:	W(18-12)	W(8-24)	U(14- 0)	U(17- 0)	89	
		LH:	W(17-16)	W(22-25)	U(16- 0)	U(17- 0)	88	177
122	64b	RH:	W(18-10)	W(8-11)	U(17- 0)	U(23- 0)	88	
		LH:	W(15-17)	W(14-20)	U(16- 0)	U(20- 0)	91	179
125	66a	RH:	U(21- 0)	U(16- 0)	U(11- 0)	U(12- 0)	70	
		LH:	U(20- 0)	U(7- 0)	U(9- 0)	U(14- 0)	63	133
126	66b	RH:	U(23- 0)	U(15- 0)	U(5- 0)	W(11- 6)	68	
		LH:	U(20- 0)	W(6- 2)	U(9- 0)	W(12- 1)	59	127

20 weibliche EZ-Paare (40 Probanden)

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
13	7a	RH: U(6- 0) LH: W(14-12)	B U(0- 0)	U(9- 0) U(10- 0)	W(16- 7) R(0-11)	U(15- 0) U(16- 0)	46 51	97
14	7b	RH: U(7- 0) LH: U(6- 0)	B B	U(10- 0) U(7- 0)	W(6-15) U(10- 0)	W(5-15) W(15- 6)	47 38	85
21	11a	RH: W(27-16) LH: U(22- 0)	U(17- 0) U(16- 0)	U(19- 0) U(21- 0)	W(22-18) W(20-19)	W(16- 6) U(19- 0)	101 98	199
22	11b	RH: U(26- 0) LH: U(24- 0)	U(18- 0) U(15- 0)	W(21- 9) W(21-11)	W(19-18) W(20-19)	W(17- 3) W(20- 3)	101 100	201
25	13a	RH: U(16- 0) LH: W(15- 7)	R(0- 3) U(10- 0)	U(7- 0) U(4- 0)	U(10- 0) U(15- 0)	U(14- 0) U(17- 0)	50 61	111
26	13b	RH: W(15-10) LH: U(17- 0)	W(6- 4) R(0- 1)	B U(1- 0)	U(13- 0) U(9- 0)	U(16- 0) U(16- 0)	50 44	94
27	14a	RH: U(15- 0) LH: U(15- 0)	U(18- 0) U(7- 0)	U(14- 0) U(15- 0)	W(22-14) U(18- 0)	U(20- 0) U(18- 0)	89 73	162
28	14b	RH: U(18- 0) LH: U(17- 0)	U(16- 0) W(15-19)	U(15- 0) U(21- 0)	W(23-16) U(23- 0)	U(19- 0) U(21- 0)	91 101	192

Fortsetzung: weibl. EZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
31	16a	RH: U(17-0)	B	U(8-0)	U(16-0)	U(11-0)	52	
		LH: W(16-11)	R(0-3)	U(11-0)	U(13-0)	U(16-0)	59	111
32	16b	RH: U(16-0)	R(0-5)	U(1-0)	U(13-0)	U(14-0)	49	
		LH: U(15-0)	U(11-0)	U(6-0)	U(16-0)	U(11-0)	59	108
35	18a	RH: W(16-17)	W(10-9)	U(10-0)	U(2-0)	U(9-0)	32	
		LH: W(18-15)	W(5-2)	U(8-0)	U(4-0)	U(10-0)	45	77
36	18b	RH: W(17-15)	W(11-7)	U(7-0)	U(6-0)	U(4-0)	45	
		LH: W(18-15)	W(14-8)	W(5-3)	U(7-0)	U(9-0)	53	98
39	20a	RH: W(19-16)	R(0-15)	U(13-0)	U(17-0)	U(15-0)	79	
		LH: W(15-7)	W(13-12)	U(12-0)	U(15-0)	U(12-0)	67	146
40	20b	RH: W(22-21)	W(14-16)	U(13-0)	W(17-3)	U(15-0)	83	
		LH: W(14-14)	W(12-9)	U(16-0)	U(16-0)	U(12-0)	70	153
45	24a	RH: U(17-0)	U(5-0)	U(8-0)	W(2-2)	U(8-0)	40	
		LH: U(17-0)	U(2-0)	U(7-0)	U(13-0)	U(14-0)	53	93
46	24b	RH: U(18-0)	U(11-0)	U(11-0)	U(11-0)	U(7-0)	58	
		LH: U(18-0)	U(1-0)	U(8-0)	U(13-0)	U(5-0)	45	103

Fontsetzung: weibl. EZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
47	25a	RH: W(20-17)	R(0-18)	U(15- 0)	U(18- 0)	U(13- 0)	84	
		LH: W(20-15)	W(19- 7)	U(13- 0)	U(16- 0)	U(9- 0)	77	161
48	25b	RH: W(19-14)	W(11-15)	U(17- 0)	W(18-10)	U(15- 0)	84	
		LH: W(24-15)	W(19- 8)	U(10- 0)	U(16- 0)	U(17- 0)	86	170
49	26a	RH: U(21- 0)	W(18-17)	U(15- 0)	U(19- 0)	U(14- 0)	87	
		LH: W(22-19)	W(13-21)	U(17- 0)	U(22- 0)	U(12- 0)	94	181
50	26b	RH: U(20- 0)	W(18-20)	U(15- 0)	U(16- 0)	U(10- 0)	81	
		LH: W(13-17)	W(15-22)	W(15- 8)	W(18- 4)	U(13- 0)	85	166
53	28a	RH: W(21-21)	U(16- 0)	U(16- 0)	W(25-14)	W(19- 0)	97	
		LH: W(21-22)	U(15- 0)	U(15- 0)	W(23-14)	U(20- 0)	95	192
54	28b	RH: W(18-12)	W(14- 9)	U(14- 0)	W(22-10)	W(17- 5)	85	
		LH: W(19-17)	U(15- 0)	U(12- 0)	W(20- 1)	W(17- 1)	83	168
55	29a	RH: U(18- 0)	U(12- 0)	U(1- 0)	U(10- 0)	U(12- 0)	53	
		LH: U(15- 0)	U(12- 0)	U(5- 0)	U(14- 0)	U(10- 0)	56	109
56	29b	RH: U(22- 0)	U(12- 0)	U(5- 0)	U(15- 0)	U(6- 0)	50	
		LH: U(16- 0)	U(11- 0)	U(6- 0)	U(11- 0)	U(12- 0)	56	106

Fortsetzung: weibl. EZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
59	31a	RH: U(19-0) LH: U(12-0)	R(0-13) W(15-12)	U(10-0) U(14-0)	W(19-11) W(17-12)	W(17-7) U(16-0)	78 74	152
60	31b	RH: W(18-10) LH: U(16-0)	W(18-13) W(11-20)	U(14-0) U(13-0)	W(19-16) W(16-13)	W(22-10) W(18-10)	91 83	174
65	34a	RH: U(14-0) LH: U(15-0)	U(5-0) U(3-0)	U(5-0) U(4-0)	U(4-0) U(5-0)	U(8-0) U(5-0)	36 32	68
66	34b	RH: U(11-0) LH: R(0-13)	U(2-0) R(0-3)	R(0-3) R(0-3)	R(0-4) R(0-4)	R(0-7) R(0-3)	27 26	53
81	42a	RH: U(10-0) LH: W(14-16)	R(0-0) U(2-0)	B U(3-0)	U(1-0) U(2-0)	U(5-0) U(15-0)	16 38	54
82	42b	RH: U(9-0) LH: U(12-0)	B U(2-0)	B B	U(4-0) U(4-0)	U(11-0) U(13-0)	24 31	55
89	46a	RH: U(20-0) LH: U(18-0)	W(16-3) W(9-13)	U(12-0) U(12-0)	W(13-7) W(18-10)	U(13-0) U(15-0)	74 76	150
90	46b	RH: U(17-0) LH: U(21-0)	W(2-12) U(2-0)	U(9-0) B	W(15-11) W(1-8)	U(7-0) U(6-0)	45 37	82

Fortsetzung: weibl. EZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
95	50a	RH: W(27-25) LH: W(31-22)	W(20-19) W(17-22)	W(20-11) W(19- 0)	W(20-17) W(21-18)	W(21- 9) W(18- 9)	108 111	219
96	50b	RH: W(29-23) LH: W(24-26)	W(18-19) W(17-19)	U(21- 0) W(22-16)	W(21-16) W(21-17)	W(20- 7) W(18-12)	110 106	216
101	53a	RH: W(16-12) LH: U(13- 0)	U(9- 0) U(11- 0)	U(8- 0) U(4- 0)	U(13- 0) U(13- 0)	U(2- 0) U(1- 0)	48 42	90
102	53b	RH: U(20- 0) LH: U(12- 0)	U(9- 0) U(13- 0)	U(9- 0) U(6- 0)	U(4- 0) U(6- 0)	U(4- 0) U(0- 0)	46 37	83
107	56a	RH: W(18-17) LH: W(16-17)	W(18-11) W(11- 9)	U(7- 0) U(8- 0)	W(14- 3) U(12- 0)	W(18- 3) W(17-10)	75 65	140
108	56b	RH: U(17- 0) LH: W(19-14)	W(11-13) W(11-17)	U(12- 0) U(10- 0)	U(18- 0) W(13- 0)	W(15- 8) W(16- 8)	75 75	150
109	58a	RH: U(18- 0) LH: U(12- 0)	U(16- 0) U(14- 0)	U(8- 0) U(12- 0)	W(11-13) U(18- 0)	W(11- 5) R(0-13)	66 69	135
110	58b	RH: U(22- 0) LH: U(20- 0)	U(18- 0) U(14- 0)	U(14- 0) U(10- 0)	W(13-11) W(13- 9)	W(11- 2) W(13-13)	78 70	148

11 männl. ZZ-Paare (22 Probanden)

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
3	2a	RH: U(18-0)	U(2-0)	U(15-0)	U(15-0)	U(10-0)	60	
		LH: U(18-0)	W(12-14)	U(14-0)	U(21-0)	U(13-0)	80	140
4	2b	RH: U(20-0)	W(20-19)	U(17-0)	W(20-15)	U(19-0)	96	
		LH: W(27-13)	W(8-20)	U(21-0)	W(22-18)	U(21-0)	111	207
17	9a	RH: W(28-18)	U(10-0)	U(11-0)	W(9-9)	U(13-0)	71	
		LH: W(24-3)	U(13-0)	U(13-0)	U(16-0)	U(8-0)	74	145
18	9b	RH: W(15-17)	B	U(1-0)	U(2-0)	U(3-0)	23	
		LH: U(14-0)	B	U(5-0)	U(2-0)	U(5-0)	26	49
33	17a	RH: B	B	U(1-0)	U(20-0)	U(6-0)	27	
		LH: B	U(2-0)	U(8-0)	U(14-0)	U(7-0)	31	58
34	17b	RH: U(21-0)	W(0-12)	U(15-0)	W(20-18)	U(16-0)	84	
		LH: U(12-0)	R(0-22)	U(12-0)	W(23-18)	U(12-0)	81	165
57	30a	RH: U(10-0)	W(13-16)	W(14-16)	W(22-17)	W(16-6)	80	
		LH: U(12-0)	W(13-10)	W(18-15)	W(26-18)	W(16-7)	85	165
58	30b	RH: U(14-0)	W(9-13)	U(12-0)	W(15-13)	W(15-2)	69	
		LH: U(4-0)	W(5-15)	U(10-0)	W(14-8)	U(16-0)	59	128

Fortsetzung: männl. 72

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
61	32a	RH: U(10- 0)	U(4- 0)	U(2- 0)	U(7- 0)	U(6- 0)	29	53
		LH: U(10- 0)	U(4- 0)	U(2- 0)	U(5- 0)	U(3- 0)	24	
62	32b	RH: U(9- 0)	U(2- 0)	U(3- 0)	U(6- 0)	U(5- 0)	25	46
		LH: U(7- 0)	R(0- 4)	R(0- 1)	U(6- 0)	U(3- 0)	21	
83	43a	RH: U(18- 0)	U(10- 0)	U(12- 0)	U(14- 0)	U(5- 0)	59	117
		LH: U(17- 0)	U(3- 0)	U(15- 0)	U(14- 0)	U(9- 0)	58	
84	43b	RH: U(14- 0)	U(11- 0)	U(14- 0)	U(12- 0)	U(5- 0)	56	117
		LH: U(14- 0)	U(9- 0)	U(14- 0)	W(15- 9)	U(9- 0)	61	
91	48a	RH: W(30-12)	W(20-14)	U(22- 0)	W(23-14)	U(20- 0)	115	218
		LH: W(27-13)	U(18- 0)	U(19- 0)	U(20- 0)	U(19- 0)	103	
92	48b	RH: U(28- 0)	W(12- 2)	U(16- 0)	W(17-25)	W(25-12)	106	196
		LH: U(25- 0)	W(12- 8)	W(16- 9)	W(22-21)	U(15- 0)	90	
93	49a	RH: U(18- 0)	R(0- 3)	U(11- 0)	W(13- 4)	U(8- 0)	53	99
		LH: U(16- 0)	W(1- 3)	W(6- 8)	U(12- 0)	U(7- 0)	46	
94	49b	RH: U(21- 0)	R(0-20)	U(18- 0)	U(14- 0)	U(14- 0)	87	171
		LH: U(16- 0)	W(0-24)	W(14- 0)	U(17- 0)	U(13- 0)	84	

Fortsetzung: männl. ZZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
119	63a	RH: U(20- 0) LH: U(17- 0)	U(7- 0) U(10- 0)	U(11- 0) U(15- 0)	U(16- 0) W(21-11)	U(13- 0) U(13- 0)	67 76	143
120	63b	RH: U(22- 0) LH: U(16- 0)	U(1- 0) W(17- 9)	U(12- 0) U(16- 0)	U(22- 0) U(24- 0)	U(19- 0) U(18- 0)	76 91	167
123	65a	RH: U(20- 0) LH: U(14- 0)	R(0- 4) R(0- 4)	U(8- 0) U(2- 0)	U(16- 0) U(17- 0)	U(14- 0) U(13- 0)	62 50	112
124	65b	RH: U(24- 0) LH: U(20- 0)	U(17- 0) R(0- 5)	U(6- 0) B	U(19- 0) U(19- 0)	U(24- 0) U(21- 0)	90 65	155
129	68a	RH: U(24- 0) LH: U(17- 0)	R(0-12) U(10- 0)	W(12-16) W(16- 9)	W(18-20) W(20-14)	W(12-17) U(15- 0)	89 78	167
130	68b	RH: U(18- 0) LH: U(22- 0)	U(5- 0) U(19- 0)	U(5- 0) U(15- 0)	U(15- 0) U(17- 0)	U(20- 0) U(17- 0)	63 90	153

13 weibliche ZZ-Paare (26 Probanden)

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
1	1a	RH: W(26-24) LH: W(25-20)	U(15- 0) W(12-14)	U(16- 0) U(15- 0)	W(19-14) U(13- 0)	U(12- 0) U(13- 0)	88 87	175
2	1b	RH: W(13-25) LH: W(16-21)	W(16-20) W(17-19)	W(16-16) W(15-16)	W(22-16) W(21-17)	U(22- 0) U(21- 0)	105 98	203
29	15a	RH: U(19- 0) LH: U(16- 0)	U(8- 0) W(5- 2)	U(16- 0) U(13- 0)	W(14-15) W(13-11)	U(14- 0) U(12- 0)	72 59	131
30	15b	RH: W(22-12) LH: W(8- 7)	U(10- 0) U(13- 0)	U(11- 0) U(10- 0)	W(7-12) W(14- 1)	W(5- 2) W(10- 5)	60 55	115
41	21a	RH: W(24- 6) LH: U(21- 0)	U(18- 0) U(13- 0)	U(16- 0) U(16- 0)	U(17- 0) U(19- 0)	U(18- 0) U(16- 0)	93 85	178
42	21b	RH: U(19- 0) LH: U(20- 0)	W(22-11) U(15- 0)	U(17- 0) W(15-13)	W(17-11) W(22-16)	U(16- 0) U(18- 0)	91 90	181
51	27a	RH: W(19-14) LH: W(20-15)	W(18-12) U(17- 0)	U(14- 0) U(17- 0)	U(18- 0) U(21- 0)	U(14- 0) U(13- 0)	83 88	171
52	27b	RH: W(20-13) LH: W(21-12)	W(17-26) W(20-18)	U(21- 0) W(21-11)	W(22- 8) U(21- 0)	U(20- 0) U(19- 0)	109 102	211

Fortsetzung: weibl. ZZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
67	35a	RH: W(26-18) LH: W(17-0)	W(18-20) W(17-17)	U(19-0) W(16-14)	W(18-11) U(16-0)	U(13-0) U(16-0)	96 82	178
68	35b	RH: U(21-0) LH: U(19-0)	R(0-3) R(0-8)	U(2-0) U(2-0)	U(4-0) U(3-0)	U(5-0) U(6-0)	35 38	73
71	37a	RH: U(3-0) LH: B	R(0-12) W(3-13)	U(12-0) U(15-0)	W(11-4) U(12-0)	U(13-0) U(12-0)	51 52	103
72	37b	RH: U(2-0) LH: U(5-0)	U(2-0) R(0-5)	U(2-0) U(9-0)	W(15-10) W(15-11)	U(9-0) U(8-0)	30 42	72
73	38a	RH: U(15-0) LH: U(16-0)	W(6-21) W(13-13)	U(12-0) W(5-16)	U(16-0) U(19-0)	W(13-1) U(13-0)	77 77	154
74	38b	RH: U(21-0) LH: U(16-0)	R(0-16) W(10-12)	U(11-0) U(14-5)	W(20-2) W(21-14)	U(14-0) U(15-0)	82 83	165
79	41a	RH: U(19-0) LH: U(19-0)	U(19-0) U(18-0)	U(15-0) W(18-9)	W(20-11) U(19-0)	W(17-10) W(18-0)	90 92	182
80	41b	RH: U(21-0) LH: U(18-0)	U(10-0) U(16-0)	U(6-0) U(11-0)	W(12-6) W(16-11)	W(13-11) W(16-0)	62 77	139

Fortsetzung: weibl. ZZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
97	51a	RH: W(28-13) LH: W(21-13)	U(26- 0) U(18- 0)	U(18- 0) U(18- 0)	U(19- 0) U(18- 0)	U(19- 0) U(19- 0)	110 94	204
98	51b	RH: U(20- 0) LH: U(19- 0)	U(11- 0) U(14- 0)	U(18- 0) U(15- 0)	U(18- 0) U(20- 0)	U(9- 0) U(13- 0)	76 81	157
111	59a	RH: U(20- 0) LH: U(12- 0)	R(0- 6) R(0- 2)	U(1- 0) U(5- 0)	U(4- 0) U(8- 0)	U(14- 0) U(18- 0)	45 45	90
112	59b	RH: U(9- 0) LH: U(4- 0)	U(9- 0) R(0-19)	U(2- 0) U(7- 0)	U(17- 0) U(14- 0)	U(8- 0) U(11- 0)	45 55	100
115	61a	RH: B LH: B	U(2- 0) B	B B	U(5- 0) B	U(7- 0) B	14 0	14
116	61b	RH: U(11- 0) LH: U(7- 0)	W(8-18) W(11-18)	W(11-12) W(15-18)	W(17-11) W(17-10)	U(18- 0) U(18- 0)	76 78	154
127	67a	RH: W(15- 9) LH: U(16- 0)	W(14- 0) U(13- 0)	U(9- 0) U(13- 0)	W(16-10) U(17- 0)	U(13- 0) U(15- 0)	67 74	141
128	67b	RH: W(17- 6) LH: W(17-14)	W(14-15) W(14-12)	W(16-17) W(17- 5)	U(22- 0) U(21- 0)	U(18- 0) U(17- 0)	89 86	175

Fortsetzung: weibl. ZZ

Lfd. Nr.	Paar-Nr.	1.	2.	Finger 3.	4.	5.	RC	TRC
131	69a	RH: U(15-0) LH: B	W(3-14) R(0-20)	W(3-13) W(16-17)	U(15-0) W(19-3)	U(10-0) U(14-0)	67 70	137
132	69b	RH: W(17-10) LH: W(22-14)	W(14-18) W(7-18)	U(13-0) W(15-20)	U(17-0) U(20-0)	U(14-0) U(13-0)	79 93	172

8. DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr.med. H.-D. ROTT danke ich für die Themenstellung, für die Überlassung der Abdrücke und für die Beratung und Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Ferner danke ich Herrn Dr.med. D. Seggelke für die Überlassung der Angaben zur Beschreibung des Kollektivs.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. J. Birkmann, der mich freundlicherweise bei der Datenverarbeitung unterstützte und die Erstellung des Computerprogramms am Rechner der 5. Medizinischen Klinik des Städtischen Klinikums Nürnberg übernahm.

Außerdem möchte ich dem Vorstand der 5. Medizinischen Klinik, Herrn Professor Dr. med. M. Gallmeier, für die Erlaubnis danken, am klinikeigenen Rechner zu arbeiten.

9. LEBENSLAUF

Am 14. Februar 1953 wurde ich als zweites Kind des Diplomingenieurs Arndt von ARNIM und seiner Ehefrau, der Kirchenmusikerin Maria von ARNIM, geb. Grote, in Bennigsen geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Volksschule in Bennigsen trat ich 1962 in die Elsa-Brandström-Schule in Hannover ein, wo ich im Mai 1971 die Reifeprüfung bestand.

Nach dreimonatiger Tätigkeit in der Krankenpflege nahm ich im Oktober 1971 das Studium der Humanmedizin an der Medizinischen Hochschule Hannover auf. Hier legte ich im September 1972 die naturwissenschaftliche Vorprüfung ab, im September 1973 das Physikum. Im März 1973 absolvierte ich den ersten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung, im Februar 1976 den zweiten Abschnitt, und im Oktober 1977 bestand ich den dritten Abschnitt der Ärztlichen Prüfung. Am 28.10.1977 erfolgte die Approbation.

Nach Beendigung des Studiums siedelte ich nach Berlin über, wo ich von November 1977 bis Januar 1978 in einer Allgemeinpraxis arbeitete.

Im Februar 1978 begann ich meine klinische Weiterbildung. Bis Juni 1979 war ich in Berlin in der Anaesthesie tätig. Im Juli 1979 zog ich zunächst nach Erlangen, dann nach Nürnberg um, wo ich mich seit Juli 1979 in der klinischen Weiterbildung zum Internisten befinde. Ich arbeitete vier Jahre an der 3. Medizinischen Klinik (Vorstand Prof. Dr.med. Kleinfelder) des Städtischen Klinikums Nürnberg und bin seit Oktober 1983 in der 2. Medizinischen Klinik (Vorstand Prof. Dr. med.D. Platt) beschäftigt.

